



**PROSES PEMBUATAN POROS TETAP, POROS GESER DAN *ROLLER*  
PADA ALAT/MESIN Pengeroll PIPA**

**PROYEK AKHIR**

**Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta  
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya**



**Oleh :**

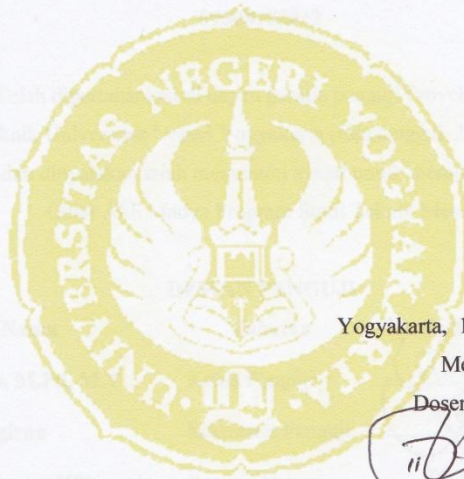
**MOCHAMMAD DHAMAR TRI SAPUTRO  
09508131012**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
2012**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PROYEK AKHIR**

Proyek Akhir yang berjudul **"PROSES PEMBUATAN POROS TETAP,  
POROS GESER DAN ROLLER PADA ALAT/MESIN Pengeroll PIPA"**  
ini telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing untuk diujikan.



Yogyakarta, 14 September 2012

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

**Suvanto, M.Pd, M.T**  
**NIP. 19520913 197710 1 001**

**HALAMAN PENGESAHAN  
PROYEK AKHIR**

**PROSES PEMBUATAN POROS TETAP, POROS GESER DAN ROLLER  
PADA ALAT/MESIN Pengeroll PIPA**



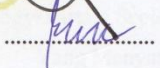
Disusun Oleh:

**MOCHAMMAD DHAMAR TRI SAPUTRO**

**09508131012**



Telah dipertahankan di depan panitia penguji Proyek Akhir  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta pada tanggal 27 September 2012  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk memperoleh  
Gelar Ahli Madya Program Studi Teknik Mesin

**DEWAN PENGUJI**

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
1. Suyanto, M.Pd, M.T	Ketua Penguji		18/10/12
2. Dr. Wagiran	Sekretaris Penguji		18/10/2012
3. Dr. B. Sentot Wijanarko	Penguji Utama		18/10/2012

Yogyakarta, Oktober 2012

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Yogyakarta



**Dr. Moch. Bruri Triyono**

NIP. 19560216 198603 1 003



## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mochammad Dhamar Tri Saputro

NIM : 09508131012

Jurusan : Pendidikan Teknik Mesin

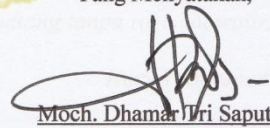
Fakultas : Teknik

Judul Laporan : Proses Pembuatan Poros Tetap, Poros Geser dan *Roller*  
pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Proyek Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh Gelar Ahli Madya Program Studi Pendidikan Teknik Mesin disuatu Perguruan Tinggi. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, September 2012

Yang Menyatakan,

  
Moch. Dhamar Tri Saputro  
NIM. 09508131012



## MOTTO

*“Kegagalan adalah pembelajaran yang harus direnungkan dan dijadikan motivasi terbesar dalam hidup untuk berhasil di kesempatan yang akan datang.”*

*Moch. Dhamar Tri Saputro*

*"Betapa banyak hal-hal tragis/menyedihkan terjadi karena kita tidak dapat membedakan antara mengetahui dan mengerti akan perjalanan hidup."*

*Alm. K.H. Abdurrachman Wahid*

*“Kalau hidup sekedar hidup, babi di hutan juga hidup. Kalau bekerja sekedar bekerja, kera di hutan juga bekerja.”*

*Buya Hamka*

*“Hadapi masa lalu tanpa penyesalan, hadapi hari ini dengan tegar dan percaya diri, siapkan masa depan dengan rencana yang matang tanpa rasa khawatir.”*

*Hary Tanoesoedibjo*

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Seiring rasa syukur kepada Allah SWT, laporan proyek akhir ini saya persembahkan kepada :

1. Bapak dan Ibu tercinta yang telah melimpahkan curahan kasih sayang, bimbingan, dukungan moral, material dan doanya serta cinta yang tak ternilai harganya.
2. Kakakku tersayang yang selalu memberikan dukungan dan semangat saat suka maupun duka.
3. Seluruh Mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Sahabat-sahabatku yang selalu memberikan semangat dan motivasi
5. Teman-teman seperjuangan angkatan 2009
6. Almamaterku, Universitas Negeri Yogyakarta

## ABSTRAK

### PROSES PEMBUATAN POROS TETAP, POROS GESER DAN *ROLLER* PADA ALAT/MESIN Pengeroll PIPA

Oleh:

**MOCHAMMAD DHAMAR TRI SAPUTRO**  
**09508131012**

Tujuan dari pembuatan laporan ini adalah: (1) merencanakan mesin dan peralatan yang digunakan dalam proses pembuatan poros tetap, poros geser, dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa. (2) mendeskripsikan tahapan proses pembuatan. (3) menghitung waktu yang dibutuhkan dalam proses pengerjaan poros tetap, poros geser, dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa.

Tahapan proses pembuatan poros tetap, poros geser, dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa meliputi identifikasi gambar kerja, identifikasi mesin dan alat perkakas yang digunakan. Alat-alat yang digunakan untuk mengetahui hasil tujuan dari penulisan laporan ini adalah gambar kerja, pensil, kertas, buku panduan, *stopwacth*.

Hasil dari proses pemesinan adalah dua buah poros tetap, satu buah poros geser, dan *roller*. Mesin yang digunakan dalam pembuatan poros tetap, poros geser, dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa antara lain mesin bubut CIA MIX SP 6230 T, mesin gergaji, mesin gerinda, mesin frais Bridgeport, mesin *slotting*. Alat perkakas bantu yang digunakan antara lain: pahat HSS rata kanan, pahat ulir luar segitiga, *end mill cutter*, pahat *slotting*, bor *center*, senter putar, kunci *chuck*, *chuck drill* dan kunci *chuck drill*, kunci pas 12-13, 14-15, bantalan ganjal, ragum, mata bor HSS  $\phi$  6 mm,  $\phi$  10 mm,  $\phi$  15 mm, dan  $\phi$  21 mm, jangka sorong, mikrometer, serta perlengkapan Keselamatan, dan Kesehatan Kerja (K3). Tahapan proses pembuatan adalah proses penggergajian, proses pembubutan, proses pengefraisan, dan proses pembuatan alur pasak. Waktu total diperoleh dari waktu pembuatan dua buah poros tetap, satu buah poros geser, dan 3 buah *roller* adalah 1483 menit.

Kata kunci: Poros tetap, Poros geser, *Roller*, Alat/Mesin Pengeroll Pipa



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat ALLAH SWT yang senantiasa melimpahkan limpahan rahmat dan karunia-NYA, sehingga penyusunan laporan Proyek Akhir yang berjudul **“Proses Pembuatan Poros Tetap, Poros Geser, dan Roller pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa”** dapat terselesaikan. Penyusunan laporan proyek akhir ini bertujuan untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Ahli Madya Teknik di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Prof. Dr. Rochmat Wahab, M.Pd., MA., selaku Rektor Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Dr. Moch. Bruri Triyono, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Dr. Wagiran, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Arif Marwanto, M.Pd., selaku Dosen Penasehat Akademik Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
5. Suyanto, M.Pd, M.T., selaku Pembimbing Tugas Akhir atas segala bantuan dan bimbingannya yang telah diberikan demi tercapainya penyelesaian Tugas Akhir ini.

6. Kedua Orang Tua dan seluruh keluarga saya yang tercinta, yang telah banyak mendukung kuliah saya dan berkat segala doa orang tua saya terhadap tercapainya kesuksesan setiap gerak langkah untuk mencapai cita-cita saya.
7. Bapak Sakuri dan rekan-rekan teknisi yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan proyek akhir ini.
8. Seluruh staf dan karyawan jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan bantuan dan kemudahan dalam pembuatan Proyek Akhir ini.
9. Rekan-rekan satu kelompok dalam membuat Alat/Mesin Pengeroll Pipa (Takim, Cahyo, Saihun, dan Riky) yang sudah berjuang dengan keras.
10. Teman-teman seperjuangan yang selalu memberikan dorongan semangat
11. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah membantu, sehingga Proyek Akhir dan laporan ini terselesaikan dengan baik dan lancar.

Penulis menyadari laporan Proyek Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya. Amin.

Yogyakarta, September 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERSETUJUAN .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
SURAT PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN MOTTO .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
ABSTRAK .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	3
C. Batasan Masalah .....	3
D. Rumusan Masalah .....	4
E. Tujuan .....	4
F. Manfaat .....	5
G. Keaslian .....	6
<b>BAB II PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH</b>	
A. Identifikasi Gambar Kerja .....	7
B. Identifikasi Mesin dan Alat yang Digunakan.....	10
1. Mesin-Mesin yang Digunakan.....	11
a. Mesin Gergaji.....	11
b. Mesin Bubut.....	14
c. Mesin Gerinda.....	24
d. Mesin Frais.....	25



2. Alat-Alat Bantu Pemesinan.....	41
3. Keselamatan Kerja.....	44
<b>BAB III KONSEP PEMBUATAN</b>	
A. Konsep Umum Proses Pembuatan Produk .....	50
1. Proses Untuk Mengubah Bentuk Bahan.....	50
2. Proses Pemotongan.....	51
3. Proses Penyelesaian Permukaan.....	52
4. Proses Penyambungan.....	52
B. Konsep Umum Pembuatan Poros Tetap, Poros Geser, dan <i>Roller</i> pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa.....	53
1. Perencanaan dan Pemilihan Bahan.....	53
2. Persiapan Alat dan Mesin.....	54
3. Konsep Pembuatan Poros Tetap, Poros Geser, dan <i>Roller</i> pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa .....	55
<b>BAB IV PROSES PEMBUATAN, HASIL, DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Diagram Alir Proses Pembuatan.....	57
B. Visualisasi Proses Pembuatan.....	58
1. Pembuatan Poros Tetap pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa.....	58
2. Pembuatan Poros Geser pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa.....	83
3. Pembuatan <i>Roller</i> pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa .....	100
C. Waktu Proses Pembuatan.....	116
D. Uji geometrik.....	118
E. Uji Fungsional.....	120
F. Uji Kinerja.....	120
G. Pembahasan.....	122
H. Kelemahan-kelemahan.....	124
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan.....	125
B. Saran.....	126
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>127</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>128</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Alat/Mesin Pengeroll Pipa.....	7
Gambar 2 Poros Tetap pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa.....	9
Gambar 3 Poros Geser pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa.....	9
Gambar 4 <i>Roller</i> pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa.....	10
Gambar 5 Mesin Gergaji.....	11
Gambar 6 Konstruksi Gigi untuk Pisau Gergaji.....	12
Gambar 7 Skematis Mesin Bubut dan Nama Bagian-bagiannya.....	15
Gambar 8 Skematis Proses Membubut.....	18
Gambar 9 Macam-macam Pahat Bubut.....	22
Gambar 10 Mesin Gerinda.....	24
Gambar 11 Mesin Frais.....	25
Gambar 12 Kepala Pembagi.....	29
Gambar 13 Alat Pencekam pada Mesin Frais .....	30
Gambar 14 <i>Light Duty Plain Milling</i> .....	30
Gambar 15 <i>Heavy Duty Plain Milling Cutter</i> .....	31
Gambar 16 <i>Helical Plain Cutter</i> .....	31
Gambar 17 <i>Plain Side Milling Cutter</i> .....	32
Gambar 18 <i>Half Side Milling Cutter</i> .....	32
Gambar 19 <i>Staggered Tooth Side Milling Cutter</i> .....	33
Gambar 20 <i>Plain Metal Slitting Saw</i> .....	34
Gambar 21 <i>Staggered Tooth Metal Slitting Saw</i> .....	35
Gambar 22 Pisau Sudut Tunggal .....	36
Gambar 23 Pisau Sudut Ganda .....	37
Gambar 24 <i>End Mill Dua Mata (Two Flute)</i> .....	37
Gambar 25 <i>Ball End Mill</i> .....	38
Gambar 26 <i>Shell End Mill</i> .....	38
Gambar 27 Pisau Muka ( <i>Face Mill Cutter</i> ) .....	39

Gambar 28	<i>T-Slot Milling Cutter</i> .....	39
Gambar 29	Pisau Cekung dan Pisau Cembung .....	39
Gambar 30	Mesin Slotting.....	41
Gambar 31	Jangka Sorong.....	41
Gambar 32	Rugo Test.....	42
Gambar 33	Kunci <i>Chuck</i> .....	43
Gambar 34	Senter Bor.....	44
Gambar 35	Mata Bor.....	44
Gambar 36	Ragum.....	45
Gambar 37	Pakaian Kerja dan Kelengkapannya.....	47
Gambar 38	Sepatu Kerja.....	48
Gambar 39	Sarung tangan Kain.....	49
Gambar 40	Kaca Mata Praktek.....	49
Gambar 41	Diagram Alir Proses Pembuatan.....	57
Gambar 42	Poros Tetap pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa.....	59
Gambar 43	Pengaturan Pahat Setinggi <i>Center</i> .....	61
Gambar 44	Tabel Penguliran pada Mesin Bubut CIA MIX SP 6230 T..	64
Gambar 45	Pengaturan Handle Ulir Pitch 2,5.....	65
Gambar 46	Pengaturan Roda Gigi.....	65
Gambar 47	Pengaturan Spindel Kecepatan Putar.....	65
Gambar 48	Poros Geser pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa.....	83
Gambar 49	<i>Roller</i> pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa.....	100
Gambar 50	Uji Kinerja Alat/Mesin Pengeroll Pipa.....	121



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Hubungan Tebal Bahan, Lebar Daun, dan Jarak Puncak Gergaji....	13
Tabel 2 Kecepatan Potong pada Mesin Gergaji.....	14
Tabel 3 Spesifikasi Mesin Bubut Sherline.....	15
Tabel 4 Kecepatan Potong yang Dianjurkan untuk Pahat HSS .....	20
Tabel 5 Sudut Pahat Bubut Beberapa Jenis Material.....	22
Tabel 6 Spesifikasi Mesin Frais Sherline.....	26
Tabel 7 Putaran Pada Mesin Bubut CIA MIX SP 6230 T.....	62
Tabel 8 Gerak Makan pada Mesin CIA MIX SP 6230 T.....	63
Tabel 9 Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Tetap pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa( <i>Facing</i> ).....	66
Tabel 10 Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Tetap pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Pengeboran <i>Center</i> ).....	67
Tabel 11 Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Tetap pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Pembubutan Lurus $\phi$ 22 mm).....	68
Tabel 12 Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Tetap pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Pembubutan Bertingkat $\phi$ 21 mm).....	69
Tabel 13 Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Tetap pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Pembubutan Bertingkat $\phi$ 20 mm).....	70
Tabel 14 Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Tetap pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Proses Pembubutan <i>Champer</i> ).....	71
Tabel 15 Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Tetap pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Proses Pembubutan Alur).....	72
Tabel 16 Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Tetap pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa( <i>Facing</i> Bagian Sebaliknya).....	73
Tabel 17 Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Tetap pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Pengeboran <i>Center</i> Bagian Sebaliknya).....	74
Tabel 18 Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Tetap pada Alat/Mesin	

	Pengeroll Pipa(Pembubutan Lurus $\phi$ 22 mm Bagian Sebaliknya)...	75
Tabel 19	Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Tetap pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Pembubutan Bertingkat $\phi$ 21 mm Bagian Sebaliknya).....	76
Tabel 20	Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Tetap pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Pembubutan Bertingkat $\phi$ 20 mm Bagian Sebaliknya).....	77
Tabel 21	Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Tetap pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Proses Pembubutan <i>Champer</i> Bagian Sebaliknya)..	78
Tabel 22	Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Tetap pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Proses Pembubutan Alur Bagian Sebaliknya).....	79
Tabel 23	Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Tetap pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Penguliran M20x2,5).....	80
Tabel 24	Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Tetap pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Penguliran M20x2,5 Bagian Sebaliknya).....	81
Tabel 25	Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Tetap pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Pembuatan alur pasak 6 mm).....	82
Tabel 26	Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Tetap pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Pembuatan alur pasak 6 mm Bagian Sebaliknya).....	83
Tabel 27	Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Geser pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa( <i>Facing</i> ).....	87
Tabel 28	Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Geser pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Pengeboran <i>Center</i> ).....	88
Tabel 29	Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Geser pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Pembubutan Lurus $\phi$ 22 mm).....	89
Tabel 30	Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Geser pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Proses Pembubutan <i>Champer</i> ).....	90
Tabel 31	Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Geser pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa( <i>Facing</i> Bagian Sebaliknya).....	91

Tabel 32	Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Geser pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Pengeboran <i>Center</i> Bagian Sebaliknya).....	92
Tabel 33	Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Geser pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Pembubutan Lurus $\phi$ 22 mm Bagian Sebaliknya)...	93
Tabel 34	Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Geser pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Pembubutan Bertingkat $\phi$ 21 mm).....	94
Tabel 35	Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Geser pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Pembubutan Bertingkat $\phi$ 20 mm).....	95
Tabel 36	Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Geser pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Proses Pembubutan <i>Champer</i> Bagian Sebaliknya)..	96
Tabel 37	Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Geser pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Proses Pembubutan Alur).....	97
Tabel 38	Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Geser pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Penguliran M20x2,5).....	98
Tabel 39	Langkah Kerja Proses Pembuatan Poros Geser pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Pembuatan alur pasak 6 mm).....	99
Tabel 40	Langkah Kerja Proses Pembuatan <i>Roller</i> pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa( <i>Facing</i> ).....	103
Tabel 41	Langkah Kerja Proses Pembuatan <i>Roller</i> pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Pengeboran <i>Center</i> ).....	104
Tabel 42	Langkah Kerja Proses Pembuatan <i>Roller</i> pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Pembubutan Lurus $\phi$ 80 mm).....	105
Tabel 43	Langkah Kerja Proses Pembuatan <i>Roller</i> pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Proses Pembubutan <i>Champer</i> ).....	106
Tabel 44	Langkah Kerja Proses Pembuatan <i>Roller</i> pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa( <i>Facing</i> Bagian Sebaliknya).....	107
Tabel 45	Langkah Kerja Proses Pembuatan <i>Roller</i> pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Proses Pembubutan <i>Champer</i> Bagian Sebaliknya)..	108
Tabel 46	Langkah Kerja Proses Pembuatan <i>Roller</i> pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Pengeboran <i>Center</i> Bagian Sebaliknya).....	109



Tabel 47	Langkah Kerja Proses Pembuatan <i>Roller</i> pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Pengeboran $\phi$ 6 mm).....	110
Tabel 48	Langkah Kerja Proses Pembuatan <i>Roller</i> pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Pengeboran $\phi$ 10 mm).....	111
Tabel 49	Langkah Kerja Proses Pembuatan <i>Roller</i> pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Pengeboran $\phi$ 15 mm).....	112
Tabel 50	Langkah Kerja Proses Pembuatan <i>Roller</i> pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Pengeboran $\phi$ 21 mm).....	113
Tabel 51	Langkah Kerja Proses Pembuatan <i>Roller</i> pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Pembubutan Radius 9,5).....	114
Tabel 52	Langkah Kerja Proses Pembuatan <i>Roller</i> pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa(Pembuatan alur slot 6 mm).....	115
Tabel 53	Waktu Proses Pemesinan pada Poros Tetap.....	116
Tabel 54	Waktu Proses Pemesinan pada Poros Geser.....	117
Tabel 55	Waktu Proses Pemesinan pada <i>Roller</i> .....	117
Tabel 56	Hasil Pengukuran Poros Tetap A dan B pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa.....	118
Tabel 57	Hasil Pengukuran Poros Geser pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa.....	119
Tabel 58	Hasil Pengukuran <i>Roller</i> A, B dan C pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa.....	119

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Gambar Kerja.....	128
Lampiran 2 Borang Langkah Kerja Proses Pembuatan Komponen Alat.....	175
Lampiran 3 Data Pengujian Bahan.....	186
Lampiran 4 Tabel Baja Konstruksi Umum Menurut DIN 17100.....	188
Lampiran 5 Simbol Tanda Pengerjaan.....	199
Lampiran 6 Simbol Kekasaran Menurut ISO.....	190
Lampiran 7 Nilai Kekasaran dan Tingkat Kekasaran Menurut ISO.....	190
Lampiran 8 Lambang-lambang dari Diagram Alir.....	191
Lampiran 9 Tabel Speed dan Cs Mata Bor HSS.....	192
Lampiran 10 Pedoman Kecepatan Sayat pada Perkakas Baja Cepat (m/mnt).	193
Lampiran 11 Tabel Ukuran Ulir Metris.....	194
Lampiran 12 Presensi Kehadiran.....	195
Lampiran 13 Kartu Bimbingan Proyek Akhir.....	196

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Di era perkembangan zaman ini semua serba dituntut cepat dan tepat khususnya dalam bidang industri. Oleh karena itu, dunia industri dituntut memiliki sumber daya manusia yang berkualitas tinggi. Dalam menyeimbangkan kemajuan teknologi, khususnya dalam bidang industri. Seseorang harus memiliki suatu keahlian dalam bidang tertentu. Agar seseorang bisa menempatkan diri dan berguna. Selain itu, kemajuan teknologi juga sangat berpengaruh terhadap produksi.

Semakin majunya teknologi yang digunakan maka semakin cepat laju produksi yang dihasilkan oleh industri itu sendiri, hal ini mempengaruhi lebih cepat dan banyak hasil produksinya, juga produk yang dihasilkan lebih baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Dalam dunia industri seseorang dituntut untuk lebih aktif dan kreatif. Seseorang dituntut mampu memiliki kemampuan terhadap hasil produk untuk diinovasi maupun dimodifikasi. Agar tercapainya kemajuan dan perkembangan dalam industri itu sendiri. Untuk menghasilkan/membuat alat/mesin yang baru dirasa memang sulit, seseorang harus kreatif mampu mempunyai ide dan menuangkan gagasannya tersebut.

Saat ini persaingan dalam dunia industri semakin ketat, disini dilihat adanya peluang untuk dibuat dan dimodifikasi alat/mesin pengeroll pipa,

dimana alat/mesin pengeroll pipa banyak digunakan di bengkel-bengkel. Biasanya alat/mesin pengeroll ini digunakan di bengkel-bengkel las untuk mengeroll pipa dalam pembuatan kanopi (*canopy*), pagar tralis, jendela tralis, pintu tralis, maupun untuk mengeroll bagian atap dari rangka sepeda becak.

Alat/mesin pengeroll pipa ini dikhususkan hanya untuk mengeroll maksimum  $\frac{3}{4}$  lingkaran, karena dalam pengaplikasiannya tidak banyak digunakan untuk pengerolan satu lingkaran penuh. Misalnya dalam pembuatan kanopi (*canopy*) hanya membutuhkan  $\frac{1}{4}$  lingkaran untuk membuat bagian rangka atapnya. Pada umumnya, di bengkel-bengkel biasanya masih menggunakan sistem manual dengan tenaga manusia untuk pemutarnya. Dalam merencanakan alat/mesin pengeroll pipa ini dirancang dan dimodifikasi yang sudah menggunakan tenaga motor listrik.

Penggunaan motor listrik untuk mempermudah dalam pekerjaan, di samping itu agar produksi yang dihasilkan lebih cepat dan tepat sehingga lebih efektif dan efisien. Alat/mesin pengeroll pipa ini dalam pembuatannya membutuhkan pemilihan bahan yang tepat, sehingga alat/mesin ini mampu bekerja secara optimal, serta pengoperasiannya sangat sederhana agar semua orang dapat menggunakan alat/mesin tersebut. Pemilihan bahan yang tepat akan dihasilkan alat/mesin yang baik pula dilihat dari segi kekuatan maupun keawetan alat/mesin tersebut.

Alat/mesin pengeroll pipa ini terdiri dari berbagai komponen yang saling mendukung agar dapat bekerja dengan baik. Beberapa komponen yang alat/mesin pengeroll pipa adalah poros dan *roller*. Mengingat pentingnya

komponen tersebut, maka penulis menitikberatkan laporan proyek akhir ini pada proses pembuatan poros tetap, poros geser, dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa.

## **B. Identifikasi Masalah**

Dengan melihat latar belakang diatas dapat diidentifikasi beberapa masalah di antaranya:

1. Proses perancangan alat/mesin pengeroll pipa dengan dimodifikasi dari alat yang sudah ada di bengkel mesin serta memenuhi *safety* bagi operator.
2. Proses pembuatan rangka alat/mesin pengeroll pipa yang kuat
3. Proses pembuatan dies alat/mesin pengeroll pipa yang presisi
4. Proses pembuatan ulir penekan pada alat/mesin pengerol pipa yang presisi
5. Proses pembuatan dudukan ulir penekan pada alat/mesin pengerol pipa yang kuat.
6. Proses perakitan rangkaian elektrik untuk sistem ON-OFF pada alat/mesin pengerol pipa.
7. Proses pengujian alat/mesin pengeroll pipa untuk mengetahui kinerja dari alat/mesin.

## **C. Batasan Masalah**

Dari identifikasi masalah di atas, dalam penulisan laporan ini difokuskan pada pembuatan poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa. Hal ini dimaksudkan agar pembahasan dalam penulisan laporan ini lebih fokus dan mendalam.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan batasan masalah tersebut maka dapat dirumuskan masalah yaitu:

1. Alat dan mesin apa saja yang digunakan dalam pembuatan poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa?
2. Bagaimanakah proses pembuatan poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa?
3. Berapa waktu yang dibutuhkan dalam proses pengerjaan poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa?
4. Bagaimanakah hasil uji kinerja poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa?

#### **E. Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan dari pembuatan poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa ini adalah:

1. Mengetahui alat dan mesin yang digunakan pada pembuatan poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa.
2. Mengetahui proses pembuatan poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa.
3. Mengetahui waktu yang dibutuhkan dalam proses pengerjaan poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa.
4. Mengetahui hasil uji kinerja poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa.

## **F. Manfaat**

Adapun manfaat yang dapat diperoleh adalah:

1. Bagi mahasiswa, adalah:
  - a. Merupakan implementasi ilmu yang telah diberikan selama duduk dibangku kuliah, sebagai tolak ukur kompetensi mahasiswa untuk meraih gelar Ahli Madya.
  - b. Salah satu bekal pengalaman ilmu untuk mahasiswa sebelum terjun ke dunia industri, sebagai modal persiapan untuk dapat mengaplikasikan ilmu yang telah diberikan.
2. Bagi Lembaga Pendidikan, adalah:
  - a. Merupakan pengembangan ilmu dan pengetahuan (IPTEK) yang tepat guna dalam hal menciptakan ide untuk menghasilkan suatu alat yang baru.
  - b. Merupakan inovasi awal yang dapat dikembangkan kembali dikemudian hari dengan lebih baik.
3. Bagi Dunia Industri, adalah:
  - a. Merupakan bentuk kreativitas mahasiswa yang dengan diciptakannya alat/mesin ini diharapkan mampu menghasilkan produksi yang lebih cepat dan menggunakan tenaga yang sedikit.
  - b. Memacu masyarakat untuk berfikir secara dinamis dalam memanfaatkan teknologi tepat guna dalam kehidupan sehari-hari.

**G. Keaslian**

Perancangan alat/mesin pengeroll pipa merupakan bentuk modifikasi alat/mesin pengerol pipa yang menggunakan sistem manual. Kesesuaian konsep kerja alat/mesin merupakan dasar utama perancangan alat/mesin pengerol pipa yang digunakan untuk proses pengerolan pipa agar melengkung sesuai kebutuhan. Perubahan mesin difokuskan pada penyederhanaan konstruksi dan sistem daya. Modifikasi mesin ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas, kuantitas, dan keamanan pada proses pengerolan pipa.

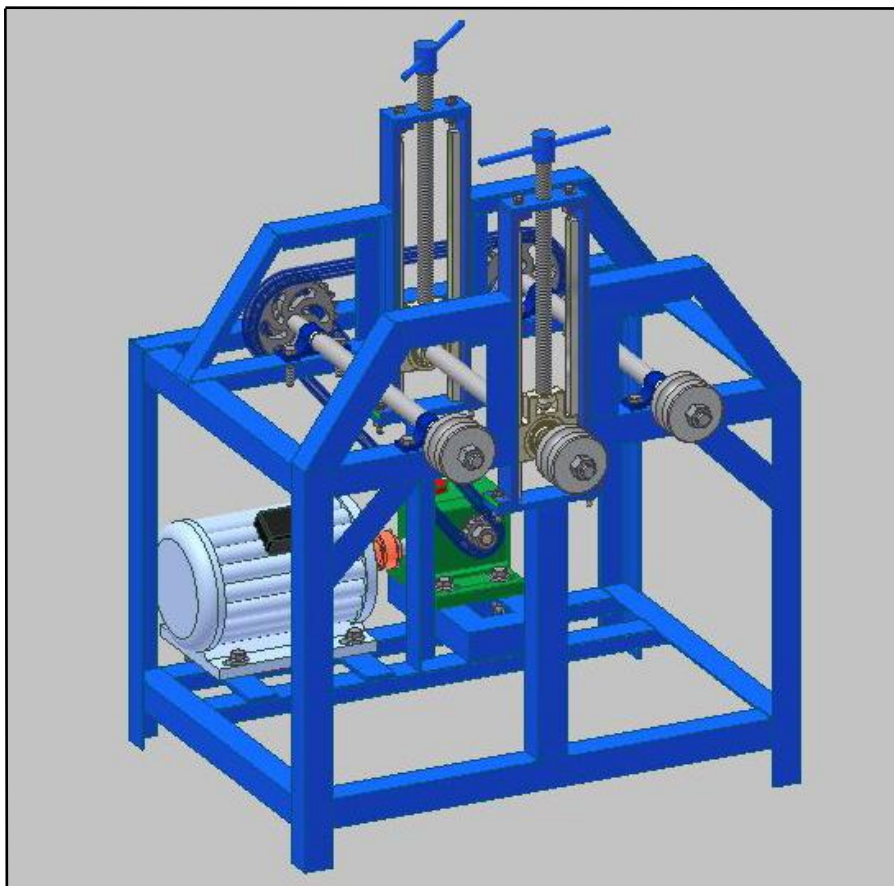


## BAB II

### PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

#### A. Identifikasi Gambar Kerja

Dalam pembuatan poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa, gambar kerja sangat dibutuhkan dan berperan penting untuk mendapatkan hasil pekerjaan dengan kualitas baik. Gambar kerja pada alat/mesin pengeroll pipa dapat diidentifikasi seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Mesin pengeroll pipa

Gambar kerja merupakan bagian yang tidak terpisahkan dalam proses pekerjaan pemesinan. Itu yang dibuat oleh perancang digunakan sebagai acuan untuk membuat poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa. Untuk itu dalam proses pembuatan poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa harus mencermati hal-hal berikut:

1. Ukuran benda kerja atau bahan yang akan dikerjakan

Sebelum pengerjaan benda kerja dilakukan, periksa bahan benda kerja dahulu apakah jenis serta ukuran sudah sesuai dengan yang telah direncanakan. Gambar kerja di sini memiliki peranan penting dalam pemeriksaan benda kerja yang akan dibuat, dan gambar kerja harus menunjukkan secara jelas ukuran-ukuran serta jenis bahan yang akan dibutuhkan.

2. Keterangan mesin dan alat yang akan digunakan

Pemberian keterangan pada gambar kerja dan cara pembuatan komponen sangatlah dianjurkan. Operator dapat menentukan mesin apa yang akan digunakan dan peralatan apa saja yang harus disiapkan sehingga mempermudah proses pengerjaan komponen tersebut.

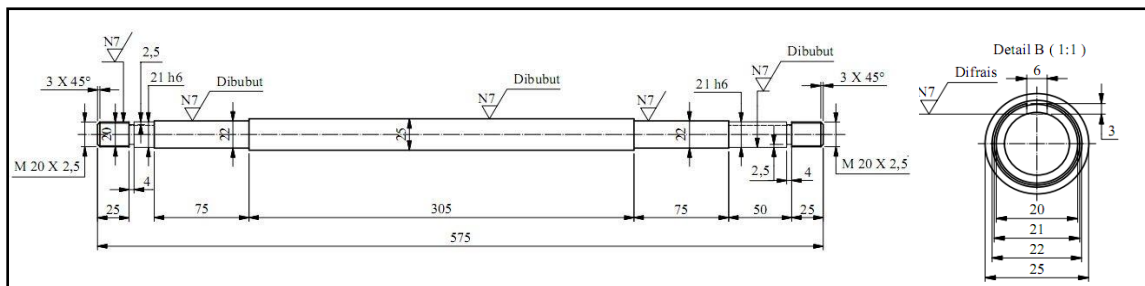
3. Toleransi ukuran dan nilai kekasaran

Toleransi ukuran menunjukkan besarnya ketelitian pada saat pengerjaan komponen, nilai kekasaran pada benda kerja juga perlu dicantumkan dalam gambar kerja apabila komponen tersebut memang memerlukan nilai kekasaran khusus.

Mutu produk juga merupakan hal penting dalam ketelitian pembuatan komponen yang memerlukan pengendalian dimensi secara ketat, sehingga akan dapat dihasilkan produk yang awet. Oleh sebab itu pemberian toleransi nilai kekasaran sangat diperlukan, agar kendali dimensi berjalan dengan baik.

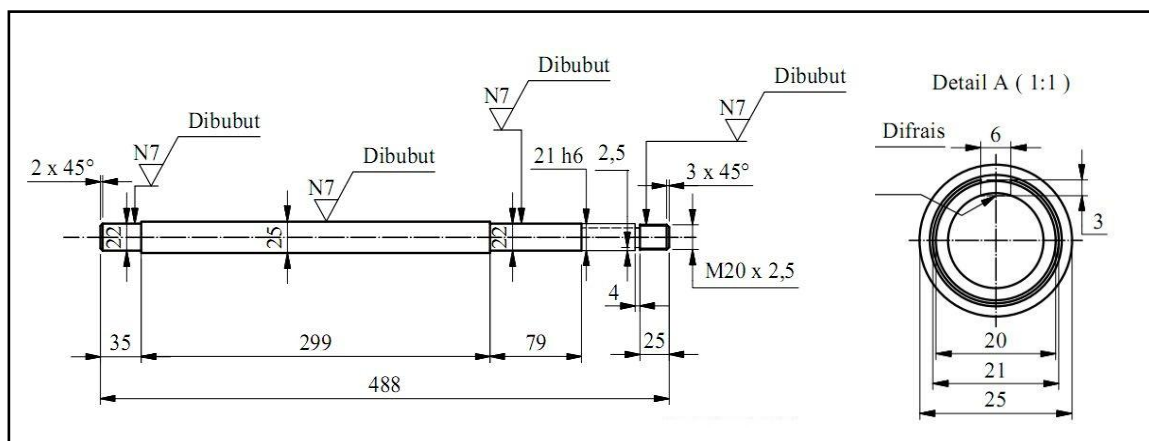
Identifikasi gambar kerja dari proses pembuatan poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa dapat dilihat pada Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4.

#### 1. Poros tetap pada alat/mesin pengerol pipa (lihat Gambar 2)



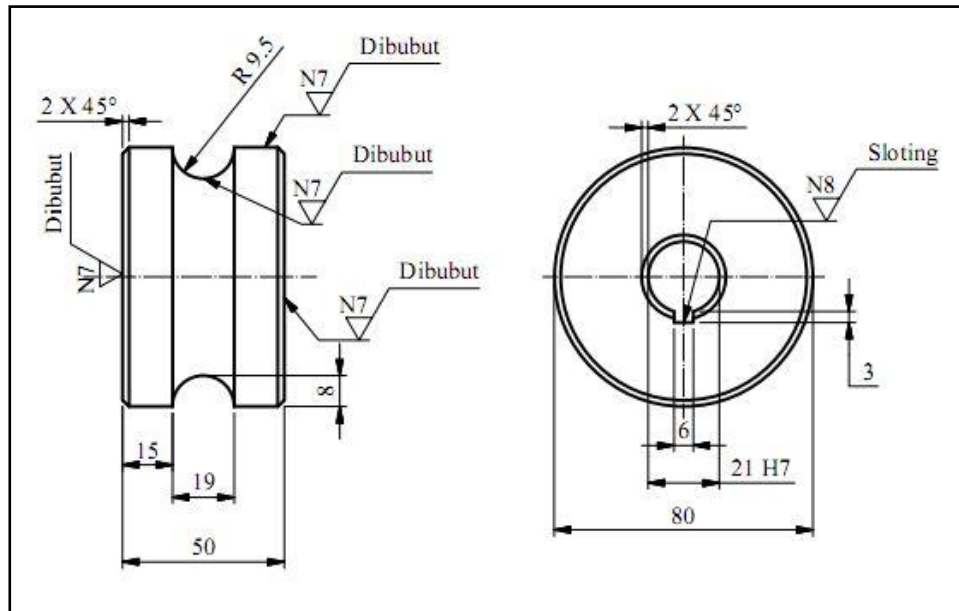
Gambar 2. Poros tetap pada alat/mesin pengeroll pipa

#### 2. Poros geser pada alat/mesin pengeroll pipa (lihat Gambar 3)



Gambar 3. Poros geser pada alat/mesin pengeroll pipa

3. *Roller* pada alat/mesin pengeroll pipa (lihat Gambar 4)



Gambar 4. *Roller* pada alat/mesin pengeroll pipa

## B. Identifikasi Mesin dan Alat yang Digunakan

Proses permesinan dilakukan dengan cara memotong bagian benda kerja yang tidak digunakan menggunakan alat potong sehingga terbentuk permukaan benda kerja yang dikehendaki. Alat potong yang digunakan dipasang pada mesin perkakas dengan gerakan relatif tertentu seperti berputar dan bergeser disesuaikan dengan bentuk benda kerja yang akan dibuat.

Perancangan suatu mesin terdapat beberapa hal yang harus dipahami terlebih dahulu yaitu pemilihan komponen-komponen mesin yang bersangkutan. Jika mempergunakan dan menempatkan suatu komponen mesin tidak sesuai fungsi mesin yang direncanakan maka hasil yang didapat tidak sesuai dengan apa yang diharapkan, sehingga diharapkan perencanaan yang matang dalam pemilihan bahan, perhitungan, dan langkah-langkah proses

pembuatan dan pengerjaan komponen-komponen bersangkutan. Komponen yang bersangkutan saling terkait dan mendukung fungsi masing-masing.

Proses pembuatan yang akan dijelaskan dalam laporan proyek akhir ini adalah proses pembuatan poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa. Proses pembuatan komponen ini memerlukan mesin ataupun alat bantu untuk membantu dalam proses pembuatan mengingat kesulitan pengerjaan dan keterbatasan alat yang tersedia. Pemilihan mesin dan alat juga berpengaruh terhadap hasil, efisiensi kerja serta biaya yang dikeluarkan dalam proses pembuatan poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa.

### **1. Mesin-mesin yang digunakan**

Berikut ini adalah beberapa mesin beserta alat pendukung yang digunakan dalam proses pembuatan poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa antara lain:

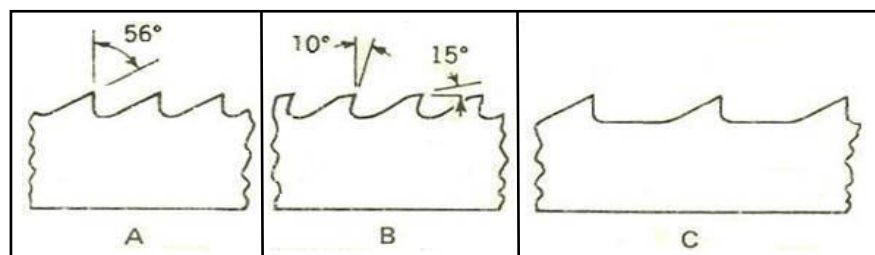
#### **a. Mesin gergaji (lihat Gambar 5)**



Gambar 5. Mesin gergaji

Mesin gergaji adalah mesin yang digunakan untuk memotong benda kerja dengan menggunakan motor listrik sebagai penggerak utamanya. Mesin gergaji ini digunakan untuk memotong bahan dalam proses pembuatan poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa. Hal ini dikarenakan kemungkinan benda kerja yang akan di kerjakan pada mesin bubut masih terlalu panjang, sehingga akan lebih efisien jika dipotong dengan gergaji mesin terlebih dahulu. Pada waktu pemotongan benda kerja dicekam dengan kuat, hal ini dilakukan supaya pada waktu proses pemotongan, benda kerja tidak goyang atau lepas. Jangan lupa memberi cairan pendingin agar pisau gergaji tidak cepat aus karena gesekan yang ditimbulkan pisau gergaji dengan benda kerja.

Pisau gergaji daya terbuat dari baja kecepatan tinggi (*high speed steel*), panjangnya bervariasi dari 300 mm sampai 900 mm, dengan ketebalan dari 1,3 sampai 3,1 mm. Jarak bagi gergaji daya agak kasar dari gergaji tangan berkisar 1,8 mm sampai 10 mm. Desain gigi umumnya lurus dan mempunyai garukan nol. Konstruksi gigi untuk pisau gergaji daya diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Konstruksi gigi untuk pisau gergaji logam. A. Gigi lurus. B. Gigi pemotongan bawah. C. Gigi loncat

Gigi pemotong bawah digunakan sebagai pisau yang lebih besar. Pisau gergaji dengan:

- 1) Jarak bagi sekasar mungkin digunakan untuk pemotongan besi coran baja, karena dapat memberikan ruang serpihan yang luas diantara gigi dengan syarat dua gigi atau lebih harus selalu menyinggung material yang dipotong.
- 2) Jarak bagi menengah digunakan untuk memotong baja karbon dan baja paduan.
- 3) Jarak bagi halus digunakan untuk memotong logam tipis, pipa dan kuningan.

Dalam proses pemotongan benda kerja, tebal bahan yang akan dipotong, lebar daun mata gergaji dan jarak puncak gigi-gigi pemotong juga harus diperhatikan. Menurut Sumantri (1989:223) hubungan antara tebal bahan, lebar daun, dan jarak puncak gigi gergaji dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hubungan tebal bahan, lebar daun, dan jarak puncak gigi gergaji

Tebal bahan yang akan dipotong	Lebar daun mata gergaji	Jarak puncak gigi-gigi pemotong
Sampai 16 mm	25 mm	2,5 mm
16-25 mm	25 mm	3 mm
25-100 mm	25 mm	4 mm
100-250 mm	25-32 mm	6 mm
250-500 mm	32-50 mm	8 mm

Kecepatan atau langkah pemotongan per menitnya pada mesin gergaji dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kecepatan potong pada mesin gergaji

No	Jenis material	Langkah per menit	
		Dengan cairan	Tanpa cairan
1.	Baja karbon rendah	100 – 140	70 – 100
2.	Baja karbon menengah	100 – 140	70
3.	Baja karbon tinggi	100	70
4.	Baja HSS	100	70
5.	Baja campuran	100	70
6.	Besi tuang	-	70 – 100
7.	Alumunium	140	100
8.	Kuningan	100 – 140	70
9.	Perunggu	100	70

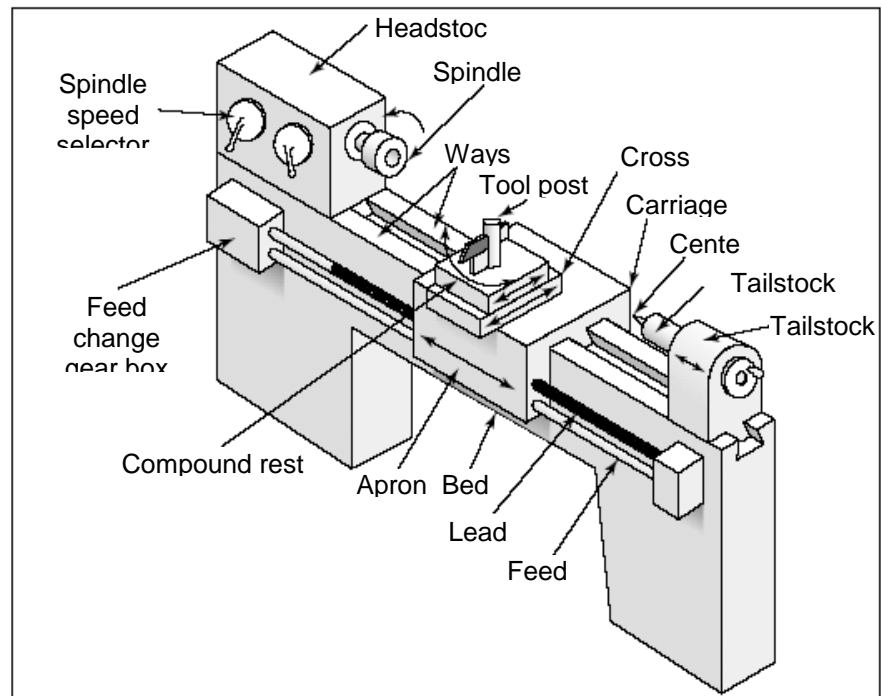
#### b. Mesin Bubut

Mesin bubut (*turning machine*) adalah suatu jenis mesin perkakas yang kerja utamanya bergerak memutar benda kerja dan melakukan penyayatan pada benda kerja dengan menggunakan alat potong yang disebut dengan pahat (*tools*). Mesin bubut digunakan untuk mengerjakan benda-benda putar atau bidang silindris. Benda-benda putar ini disebut benda kerja atau produk memperoleh gerak utama putar yang beraturan (Harun, 1983:60).

Proses yang biasa dilakukan dengan mesin bubut diantaranya membubut lurus, membubut bertingkat, pembubutan profil, *facing*, pembubutan tirus, pembubutan ulir, mengkartel, *drilling*, *boring* dan *reaming*. Bagian utama mesin bubut adalah kepala tetap, kepala lepas,



*gear box, bed mesin dan eretan mesin.* Gambaran skematis mesin bubut dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Skematis mesin bubut dan nama bagian-bagiannya

Berikut ini adalah contoh spesifikasi mesin bubut sherlite 4000(4100):

Tabel 3. Spesifikasi mesin bubut sherlite 4000(4100)

Feature	4000(4100)
Swing over bed	3.5" (90 mm)
Swing over carriage	1.75" (45 mm)
Distance between centers	8.00" (200 mm)
Hole through spindle	405" (10 mm)
Spindle nose thread	3/4"-16 T.P.I.
Spindle nose taper	#1 Morse
Effective crossslide travel*	3.25" (83 mm)
Protractor graduations	0° to 45° by 5°
Length overall	24" (610 mm)
Width overall	7.5" (190 mm)
Height overall	6" (150 mm)
Shipping weight	24 lb. (10.9 kg)
Motor/Speed Control	90 Volts DC with electronic speed control that accepts any incoming current from 100VAC to 240 VAC, 50 Hz or 60 Hz.

Berikut ini adalah bagian-bagian pada mesin bubut:

1) Meja Mesin (*Bed*)

Bed atau meja mesin adalah kerangka utama mesin bubut.

Bed mempunyai bentuk profil memanjang yang berfungsi untuk menempatkan kedudukan eretan (*carriage*) dan kepala lepas (*tailstock*).

Bed harus dalam keadaan terlumasi supaya eretan dapat digeserkan ke kiri atau ke kanan dengan lancar dan terhindar dari korosi. Alur bed berbentuk V digunakan sebagai jalan atau alas dari eretan dan kepala lepas.

2) Kepala tetap (*Headstock*)

*Headstock* berada di sebelah kiri dari mesin. Bagian ini berfungsi mendukung sumbu utama dan roda-roda gigi dengan ukuran yang bervariasi untuk pemilihan putaran yang diinginkan. Putaran sumbu utama dapat dipilih dengan memindahkan tuas/handel pada posisi yang dikehendaki.

3) Kepala lepas (*Tailstock*)

*Tailstock* terletak bersebrangan dengan *headstock*, yang digunakan untuk menopang benda kerja pada ujung yang lain. *Tailstock* dapat digeser sepanjang meja mesin dan dapat dikunci dengan baut pengikat. *Tailstock* juga dapat dipasang alat-alat lain, seperti bor, *reamer* dan senter putar maupun senter tetap.

#### 4) Eretan (*Carriage*)

Yang dimaksud eretan atau *carriage* adalah bagian mesin bubut yang dapat digunakan untuk penyetelan, pemindahan posisi pahat ke arah memanjang dan dapat dilakukan dengan gerakan ke kiri atau ke kanan secara manual ataupun otomatis. Eretan atau *carriage* terdiri atas eretan memanjang, eretan melintang, eretan atas, dan pemegang pahat (*tool post*). Eretan harus dibuat dan diberi penuntun sedemikian rupa sehingga terjamin pengerjaan yang bebas guncangan. Guncangan akan berpengaruh pada hasil pembubutan.

#### 5) Batang transportur dan batang penghantar

Batang transportur dan batang penghantar berfungsi untuk menggerakkan eretan secara otomatis ke kiri atau ke kanan saat operasi pembubutan berlangsung. Batang transportur tidak berulir tetapi mempunyai alur pasak, yang berfungsi untuk memutar roda gigi yang berada pada eretan.

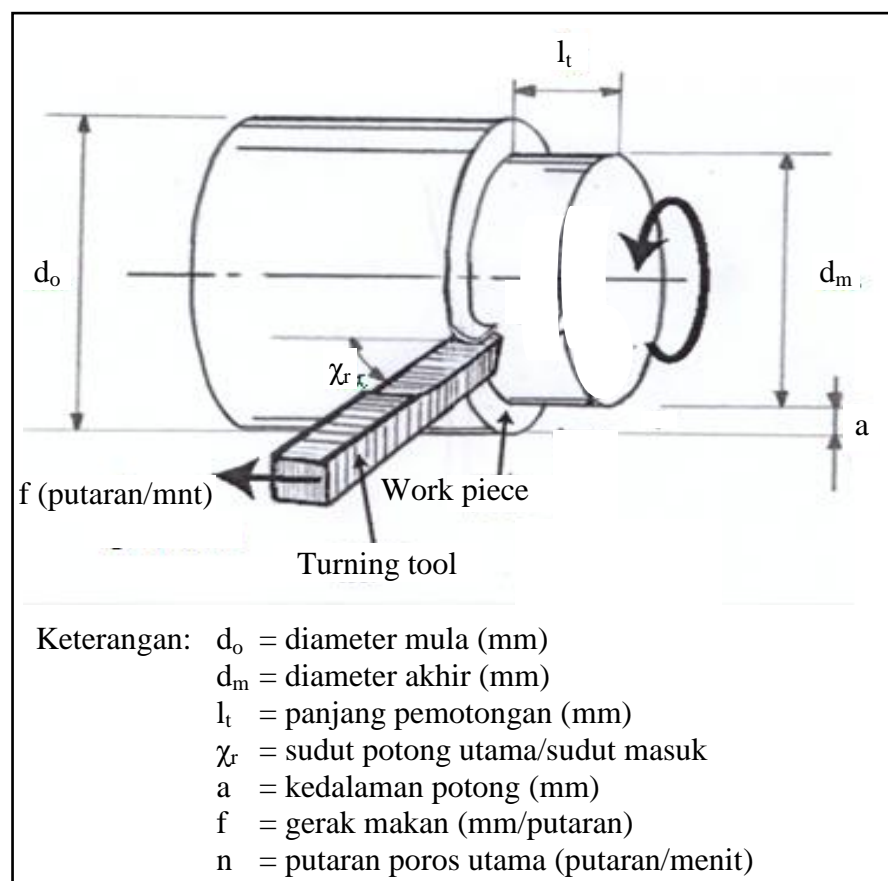
#### 6) Rumah pahat (*Tool post*)

Pahat bubut bisa dipasang pada tempat pahat tunggal atau pada tempat pahat yang berisi empat buah pahat. Apabila pengerjaan pembubutan hanya memerlukan satu macam pahat lebih baik digunakan tempat pahat tunggal. Apabila pahat yang digunakan dalam proses pemesinan lebih dari satu, misalnya pahat rata, pahat alur, pahat ulir, maka sebaiknya digunakan tempat pahat yang bisa dipasang sampai empat pahat.

### 7) Senter bubut

Senter pada mesin bubut ada dua, yaitu senter putar dan senter mati. Senter putar dipasang pada kepala lepas. Fungsinya untuk mendukung benda kerja agar tetap senter dan memperkuat cekaman. Senter mati dipasang pada kepala tetap mesin bubut. Senter mati dipakai pada saat membubut diantara dua senter.

Proses bubut selalu menghasilkan benda kerja dengan penampang bulat, misalnya baut, poros, poros eksentrik, *handle* dan lain sebagainya. Prinsip gerakan pahat pada waktu membubut dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Skematis proses membubut

Berdasarkan pada Gambar 8, secara umum dapat dijelaskan *main motion* yaitu gerakan berputar benda kerja disebut dengan putaran utama. Jarak yang ditempuh oleh pahat dalam satuan waktu tertentu disebut kecepatan potong atau *cutting speed*.

Pada proses pembubutan, pahat yang bergerak maju kearah memanjang, melintang atau kombinasi gerak memanjang dan melintang secara teratur meyayat benda kerja disebut kecepatan pemakanan atau *feed motion*. Apabila kedalaman pemotongan diatur sesuai dengan kedalaman pemotongan yang dikehendaki disebut penyesuaian gerakan.

Sebelum melakukan proses pembubutan, ada beberapa persiapan yang harus dilakukan diantaranya menyiapkan alat-alat bantu dan peralatan serta penggunaan peralatan keselamatan kerja. Alat perlengkapan membubut antara lain senter kepala lepas, kunci cekam, kunci cekam pahat, alat potong. Selama proses pembubutan hendaknya selalu mempersiapkan hal-hal yang bersangkutan dengan keselamatan kerja dan peralatan pendukung yang meliputi pakaian kerja, kaca mata, dan sepatu kerja.

Dalam proses pembubutan sendiri yang harus diperhatikan antara lain sebagai berikut:

a) Kecepatan potong (*cutting speed*)

Kecepatan potong atau *cutting speed* adalah panjang tatal yang dihasilkan dalam penyayatan setiap menit. Kecepatan potong sama dengan kecepatan benda kerja,

sehingga bila benda berputar satu kali maka panjang yang dilalui ujung pahat sama dengan keliling benda kerja.

Besarnya kecepatan potong tergantung pada bahan pahat/alat potong, bahan benda kerja, dan jenis pemakanan. Satuan kecepatan potong adalah m/menit. Hubungan putaran spindel dalam pembubutan dengan kecepatan potong pada permukaan benda kerja bentuk silinder dapat diterangkan pada rumus sebagai berikut:

$$C_s = \frac{(\pi)(d)(n)}{1000}$$

Keterangan:    n    = Putaran spindel (rpm)  
                      C<sub>s</sub>   = *Cutting Speed* (meter/menit)  
                      d    = Diameter benda kerja (mm)  
 Jadi,

$$n = \frac{(1000)(C_s)}{(\pi)(d)} \dots\dots\dots(1)$$

Kecepatan potong atau *cutting speed* merupakan salah satu parameter yang harus diperhatikan. Menurut Sumbodo (2008:307) kecepatan potong yang dianjurkan untuk pahat HSS dari bahan besi/baja dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kecepatan potong pahat yang dianjurkan untuk pahat HSS

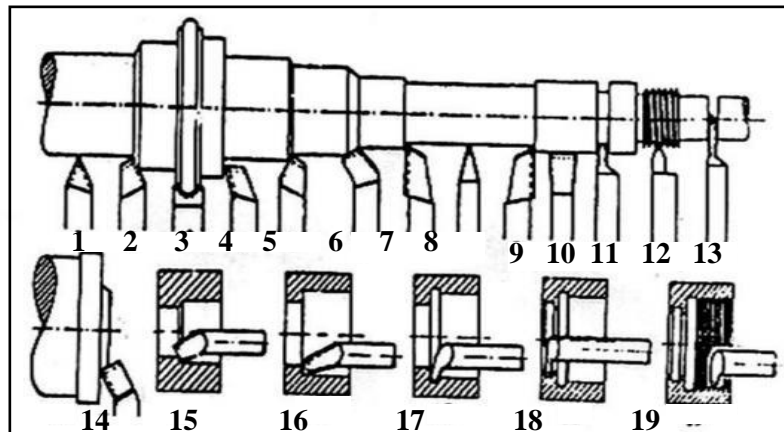
MATERIAL	Pembubutan dan Pengeboran				PENGULIRAN	
	Pekerjaan Kasar		Pekerjaan Penyelesaian			
	m/menit	ft/menit	m/menit	ft/menit	m/menit	ft/menit
Baja mesin	27	90	30	100	11	35
Baja perkakas	21	70	27	90	9	30
Besi tuang	18	60	24	80	8	25
Perunggu	27	90	30	100	8	25
Aluminium	61	200	93	300	18	60

b) Pahat

Pahat bubut merupakan alat potong atau pisau yang digunakan untuk menyayat benda kerja. Pada prinsip kerjanya pahat dipasang pada *tool post* dan digerakkan melalui eretan untuk menyayat benda kerja secara melintang maupun memanjang.

Jenis bahan pahat bubut yang banyak digunakan di industri dan bengkel antara lain baja karbon, HSS, karbida, diamond, dan keramik. Masing-masing bahan pahat ini digunakan sesuai dengan kekerasan bahan yang dikerjakan. Pahat bubut yang digunakan untuk membuat poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa ialah pahat HSS (*High Speed Steel*).

Pada saat menyetel pahat, tinggi mata ujung pahat harus sama dengan sumbu benda kerja. Pemasangan pahat yang lebih tinggi dari sumbu benda kerja akan mengakibatkan benda kerja cenderung tertekan dan mempengaruhi penyayatan menjadi lebih berat, sedangkan pemasangan yang lebih rendah dari sumbu benda kerja menghasilkan benda kerja menimbulkan suara bising dan benda kerja dapat terangkat sehingga dapat membahayakan operator. Beberapa macam pahat bubut dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Macam-macam pahat bubut menurut Solih Rohyana (2000: 13)

Keterangan:

- |                            |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| 1. Pahat poles pucuk       | 11. Pahat alur        |
| 2. Pahat kikis lurus kiri  | 12. Pahat ulir pucuk  |
| 3. Pahat bubut bentuk      | 13. Pahat potong      |
| 4. Pahat pucuk kanan       | 14. Pahat kikis kanan |
| 5. Pahat kikis lurus kanan | 15. Pahat bubut dalam |
| 6. Pahat kikis tekuk kanan | 16. Pahat sudut dalam |
| 7. Pahat bubut rata kanan  | 17. Pahat kait        |
| 8. Pahat poles pucuk       | 18. Pahat kait        |
| 9. Pahat bubut rata kiri   | 19. Pahat ulir dalam  |
| 10. Pahat poles lebar      |                       |

Menurut Krar (1985) sudut pahat bubut untuk beberapa macam jenis material dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Sudut pahat bubut beberapa jenis material

Material benda kerja	Sudut bebas sisi	Sudut bebas muka	Sudut total	Sudut bebas belakang
Free-machining steel	10°	10°	10-22°	16°
Low carbon steel	10°	10°	10-14°	16°
Medium carbon steel	10°	10°	10-14°	12°
High-carbon steel	8°	8°	8-12°	8°
Tough alloy steel	8°	8°	8-12°	8°
Stainless steel (free machining)	10°	10°	5-10°	16°
Cast iron (soft)	8°	8°	10°	8°
Cast iron (hard)	8°	8°	8°	5°
Cast iron( malleable)	8°	8°	10°	8°
Aluminium	10°	10°	10-20°	35°



c) Kecepatan pemakanan ( $V_f$ )

Gerak pemakanan adalah jarak yang ditempuh oleh pahat setiap benda kerja berputar satu kali atau selama putaran *spindle* mm/putaran. Gerak makan ditentukan berdasarkan kekuatan mesin, material benda kerja, material pahat, bentuk pahat, dan jenis jenis pemakanan. Setelah pemakanan ditemukan hasilnya, selanjutnya dapat diperoleh harga kecepatan pemakanan.

Rumus menghitung kecepatan pemakanan adalah:

$$V_f = (f)(n) \dots\dots\dots(2)$$

(Taufiq Rochim, 2007: 13)

Keterangan:  $V_f$  = Kecepatan pemakanan (mm/min)  
 $f$  = Gerak makan (mm/put)  
 $n$  = Putaran poros utama (rpm)

d) Waktu sayat/potong ( $t_c$ )

Waktu yang digunakan untuk pembubutan benda kerja dipengaruhi oleh panjang benda kerja, kecepatan pemakanan dan dalamnya pemakanan. Waktu sayat dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$t_c = \frac{L_t}{V_f \text{ (mm/min)}} \dots\dots\dots(3)$$

(Taufiq Rochim, 2007: 13)

Keterangan:  $t_c$  = Waktu kerja mesin (menit)  
 $L_t$  = Panjang langkah (mm)  
 $V_f$  = Kecepatan pemakanan (mm/min)

e) Jumlah pembubutan

$$i = \frac{D_1 - D_2}{(2)(a)} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :       $i$  = Jumlah pembubutan (kali)  
 $D_1$  = Diameter awal (mm)  
 $D_2$  = Diameter akhir (mm)  
 $a$  = Kedalaman pemotongan (mm)

**c. Mesin Gerinda (lihat Gambar 10)**

Mesin gerinda adalah suatu mesin yang digunakan untuk menghaluskan permukaan benda, membentuk benda menjadi bentuk yang dikehendaki dan dapat mencapai ketelitian yang tinggi. Mesin gerinda pada proses ini digunakan untuk menajamkan kembali sisi potong yang telah tumpul akibat proses pengerjaan logam, seperti: *milling cutter*, pahat bubut, pahat sekrap, mata bor, *countersink*, *handtap* dan sebagainya.



Gambar 10. Mesin gerinda

**d. Mesin Frais** (lihat Gambar 11)

Mesin frais adalah mesin perkakas dengan gerak utama berputar (pisau berputar) pada sumbu yang tetap dan benda kerja melintasi *cutter*. Mesin frais mampu melakukan tugas seperti pemotongan sudut, celah, pembuatan roda gigi, pemotongan tepi, dan lain-lain.



Gambar 11. Mesin frais

Secara garis besar mesin frais terbagi menjadi tiga macam, yaitu mesin frais horisontal, mesin frais vertikal dan mesin frais universal.

1) Mesin frais horisontal

Mesin frais horisontal digunakan untuk pengefraisan benda-benda dengan arah memanjang. Ciri dari mesin frais horisontal adalah poros utama sejajar dengan meja mesin frais.

## 2) Mesin frais vertikal

Mesin ini digunakan untuk pengerjaan perkakas seperti pemotongan tepi dan pembuatan alur. Ciri dari mesin frais vertikal adalah poros utama tegak lurus dengan meja mesin frais.

## 3) Mesin frais universal

Mesin ini digunakan untuk mengefrais alur berbentuk sekrup. Bedanya mesin frais universal dengan mesin frais horizontal adalah meja mesin frais universal dengan hantaran memanjang dapat diserongkan terhadap poros utamanya. Contoh spesifikasi mesin frais dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. spesifikasi mesin frais sherline:

Feature	5000(5100)
Max clearance, table to spindle	8.00" (203 mm)
Throat (without headstock spacer)	2.25" (50 mm)
Travel, "X" Axis	8.68" (228 mm) (9" w/ stop screw removed)
Throat (with headstock spacer block)	(Not included)
Travel, "Y" Axis	3.00" (76 mm)
Travel, "Z" Axis	6.25" (159 mm)
Hole through spindle	405" (10 mm)
Spindle nose thread	3/4-16 T.P.I.
Spindle taper	#1 Morse
Handwheel graduations	.001" (.01 mm)
Width overall*	14.75" (375 mm)
Depth overall*	11.75" (298 mm)
Height overall*	20.75" (527 mm)
Table size	2.75" x 13.00" (70 x 330 mm)
Hold down provision	2 "T" Slots
Shipping weight	33 lb. (15.0 kg)
Movements in addition to X-, Y- and Z-axes	Headstock rotation 90° left/right
Motor/Speed Control	90 Volts DC with electronic speed control that accepts any incoming current from 100VAC to 240 VAC, 50 Hz or 60 Hz
Spindle speed range	70-2800 RPM continuously variable by electronic speed control

Dalam pembuatan poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa menggunakan mesin frais vertikal. Mesin frais yang digunakan adalah mesin frais Bridgeport. Pada proses pengefraisan terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, diantaranya:

1) Pencekaman benda kerja

Pencekaman benda kerja juga tidak kalah penting dengan yang lainnya. Benda kerja harus diklamp dengan tepat dan kuat karena jika sampai sewaktu benda kerja terlepas pada saat melakukan pengefraisan, maka akan dapat merusak pahat, benda kerja itu sendiri dan membahayakan operator.

2) Pemilihan putaran (*revolution*)

Pada proses pengefraisan, pemilihan putaran juga harus diperhatikan. Pemilihan putaran yang salah akan menghasilkan permukaan yang kasar dan membuat pahat cepat tumpul. Jumlah putaran tergantung pada *cutting speed* yang telah diizinkan dan pada diameter pahat yang dipergunakan adalah:

$$n = \frac{(v).1000}{(\pi)(d_{pht})}$$

(Harun, 1981: 83)

Keterangan: n = Putaran *spindel* (rpm)  
 v = *Cutting Speed* (meter/menit)  
 d<sub>pht</sub> = Diameter benda kerja (mm)

### 3) Kecepatan pemakanan (*feeding*)

Kecepatan pemakanan pada mesin frais adalah gerakan pemakanan oleh pahat dengan menggeser meja kerja. Besarnya kecepatan pemakanan tergantung pada kehalusan permukaan potong pada benda kerja yang dikehendaki.

$$V_f = F \cdot (n \cdot z)$$

(Harun, 1981: 21)

Keterangan:  $V_f$  = Kecepatan pemakanan (mm/min)  
 $F$  = Kecepatan pemakanan/feeding (mm/put)  
 $n$  = Putaran spindel (rpm)  
 $z$  = Jumlah gigi mata potong

### 4) Perhitungan waktu mesin untuk mesin frais

$$t_h = \frac{L}{v}; v = a \cdot n \quad a = a_t \cdot z$$

(Harun, 1981: 84)

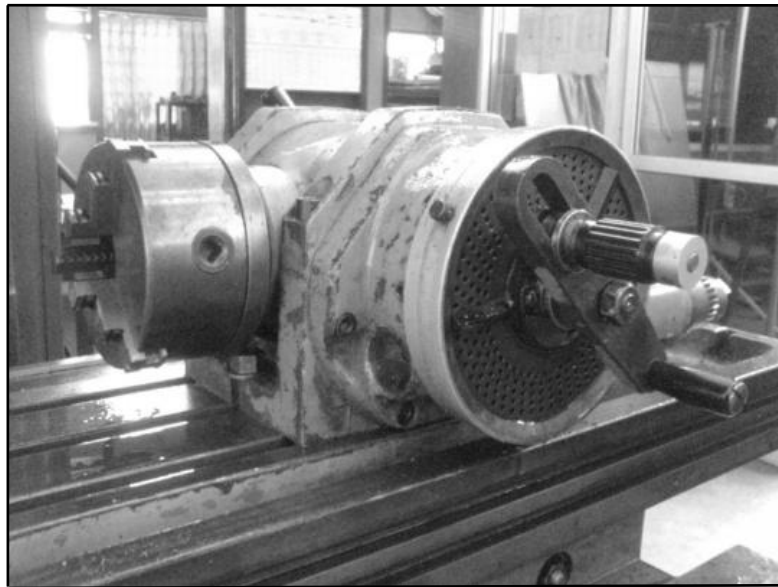
Keterangan:  $t_h$  = Waktu mesin (menit)  
 $L$  = Panjang total (mm)  
 $v$  = Kecepatan insutuan (mm/menit)  
 $a$  = Insutuan per putaran (mm/putaran)  
 $a_t$  = Insutuan per gigi (mm/menit)  
 $z$  = Jumlah gigi frais

### 5) Kepala Pembagi

Apabila bentuk benda kerja silindris, maka untuk memegang benda kerja digunakan kepala pembagi (*deviding head*). Kepala pembagi (lihat Gambar 12) ini biasanya digunakan untuk memegang benda kerja silindris, terutama untuk keperluan:

- a) Membuat segi banyak

- b) Membuat alur pasak
- c) Membuat roda gigi (lurus, *helix*, payung)
- d) Membuat roda gigi cacing

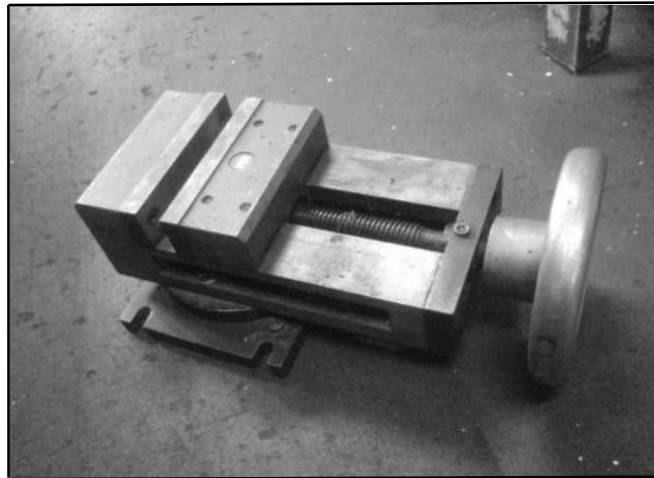


Gambar 12. Kepala pembagi

6) Alat pencekam dan pemegang benda kerja pada mesin frais

Alat pemegang benda kerja pada mesin frais berfungsi untuk memegang benda kerja yang sedang disayat oleh pahat frais. Pemegang benda kerja ini biasanya dinamakan ragum.

Ragum tersebut diikat pada meja mesin frais dengan menggunakan baut T. Jenis ragum cukup banyak, penggunaannya disesuaikan dengan bentuk benda kerja yang akan dikerjakan di mesin. Untuk benda kerja berbentuk balok atau kubus, ragum yang digunakan adalah ragum sederhana atau ragum universal. Alat pencekam pada mesin frais dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Alat pencekam pada mesin frais

## 7) Macam-macam pahat/pisau mesin frais

### a) Pisau frais lurus (*Plain milling cutter*)

(1) Pisau lurus untuk pemotongan ringan (*Light duty plain milling machine*), lihat Gambar 14.

Pisau ini pada umumnya digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan ringan. Bentuk gigi dari pisau ini pada umumnya berupa gigi lurus maupun gigi miring/helik. Gigi *helik* biasanya mempunyai sudut  $25^\circ$ . Gigi-gigi pisau ini pada umumnya kecil dengan *pitch* kecil pula. Pisau ini didesain untuk pemotongan ringan dengan kecepatan sedang.

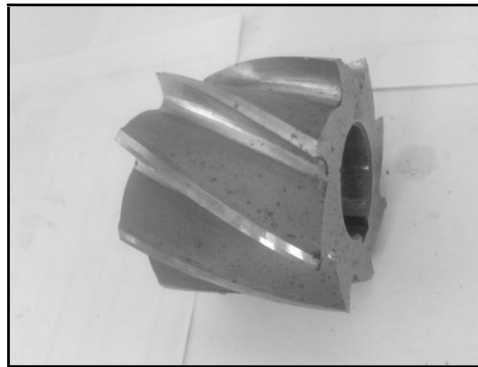


Gambar 14. *Light duty plain milling*



- (2) Pisau lurus untuk pemotongan kasar/berat (*Heavy duty plain milling cutter*), lihat Gambar 15.

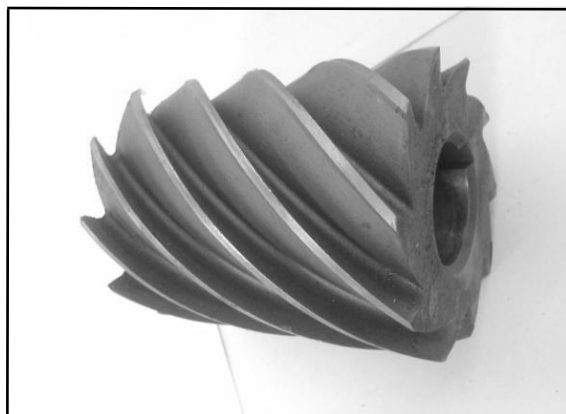
Pisau ini dibuat lebih besar dan lebar dengan diameter 3" biasanya terdiri dari 8 gigi dan untuk diameter 4" biasanya 10 gigi. Sudut kemiringan gigi pisau antara 25°-45°. Pisau ini didesain untuk pekerjaan kasar.



Gambar 15. *Heavy duty plain milling*

- (3) Pisau rata *helik* (lihat Gambar 16)

Pisau ini mempunyai jumlah gigi yang lebih sedikit dan lebih kasar dari pada pisau rata untuk pekerjaan berat/kasar. Pisau rata *helik* dengan diameter 3" biasanya mempunyai jumlah gigi 4.



Gambar 16. *Helical plain cutter*

(4) Pisau Sisi (*Side milling cutter*)

*Side milling cutter* sama dengan *plain milling cutter* namun pada salah satu sisi atau kedua sisi terdapat mata potong/mata pisau. Macam-macam pisau sisi (*side milling cutter*) antar lain:

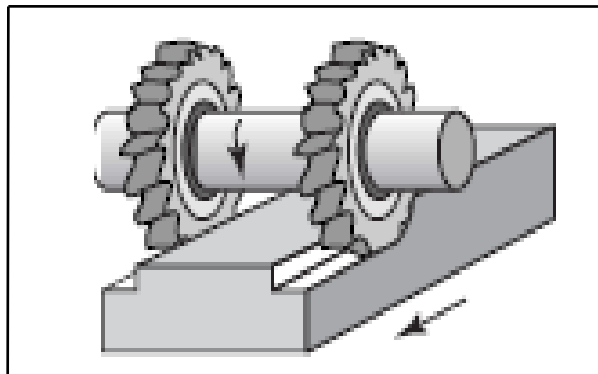
- (a) Pisau sisi lurus (*Plain side milling cutter*) dengan sisi lurus pada sisi muka dan kedua sisi sampingnya seperti pada Gambar 17.



Gambar 17. *Plain side milling cutter*

- (b) Pisau setengah sisi (*Half side milling cutter*)

Pisau setengah sisi (lihat Gambar 18) mempunyai gigi *helik* pada sisi muka dan gigi potong pada satu sisi samping.



Gambar 18. *Half side milling cutter*

(c) Pisau *staggered* (*Staggered tooth side milling cutter*),  
lihat Gambar 19.

Pisau *staggered* ini dianjurkan untuk pemotongan kasar, alur dan slotting.



Gambar 19.  
*Staggered tooth side milling cutter*

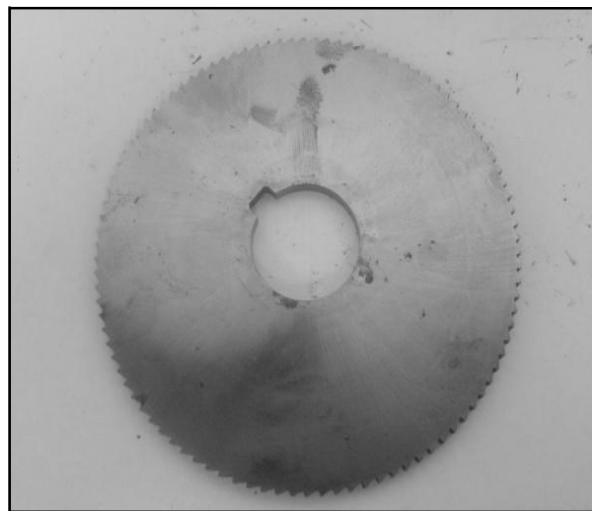
b) Pisau potong/gergaji (*Metal slitting saw*)

Pisau ini didesain untuk operasi pemotongan dan pemotongan alur sempit (*narrow slot*). Untuk pemotongan yang dalam diperlukan kelonggaran (*clearance*) samping yang mencukupi. Beberapa macam pisau gergaji antara lain:

(1) Pisau gergaji lurus (*Plain metal slitting saw*)

*Plain metal slitting saw* (lihat Gambar 20) merupakan pisau yang paling tipis dengan sisi lurus dan pada sisi sampingnya dibuat tirus masuk. Hal ini digunakan untuk mencegah terjadinya tekanan pada sisi pisau. Gigi-gigi pisau harus tajam dan mempunyai jumlah yang lebih banyak daripada pisau muka lurus (*plain*

*milling cutter*), namun demikian kecepatan pemakanan (*feeding*) harus lebih rendah, biasanya  $1/8$  hingga  $1/4$  dari *feeding* yang digunakan pada pisau lurus. Pisau gergaji jurus biasanya dibuat dengan ketebalan  $1/32''$  sampai dengan  $3/16''$  dengan diameter  $2\frac{1}{2}''$  sampai  $8''$ .



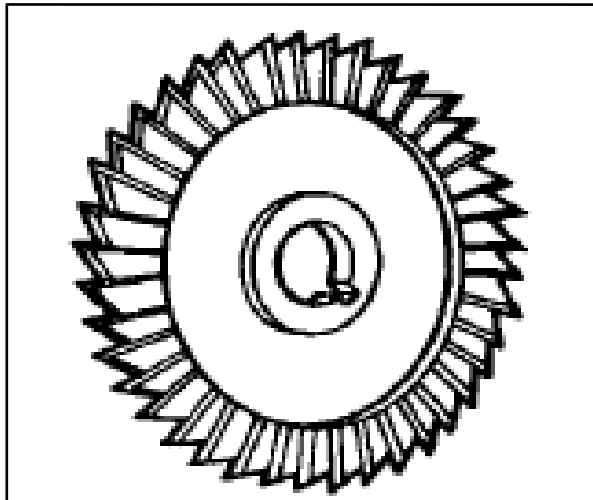
Gambar 20. *Plain metal slitting saw*

(2) Pisau potong dengan gigi samping (*Metal slitting saw with side teeth*)

Pisau ini mempunyai bentuk yang sama dengan pisau sisi. Pada sisi samping diberi kelonggaran beram untuk melindungi dan mencegah pisau dari tekanan dan jepitan sewaktu pengoperasian. Pisau ini dibuat dengan tebal  $1/16''$  sampai  $3/16''$  dan diameter dari  $2\frac{1}{2}''$  sampai  $8''$ . Pisau ini diajurkan untuk membuat alur yang dalam dan proses pemotongan.

- (3) Pisau potong *staggered* (*staggered tooth metal slitting saw*), lihat pada Gambar 21.

Pisau ini mempunyai bentuk yang sama dengan pisau *staggered*. Pisau ini dianjurkan untuk memotong lebar  $3/16''$  dan selebihnya, dan bisa pula untuk pemotongan yang lebih tajam. Biasanya pisau ini mempunyai lebar  $3/16''$  hingga  $1/4''$  dengan diameter  $3''$  sampai  $8''$ .



Gambar 21. *Staggered tooth metal slitting*

- (4) Pisau alur sekrup (*Screw slotting cutter*)

Pisau alur sekrup adalah pisau potong khusus yang didesain untuk memotong alur dalam kepala baut. Pisau ini juga dapat digunakan untuk pemotongan ringan seperti *tube copper*, ring piston dan benda sejenisnya. Pisau ini mempunyai *fine feeds*. Pada sisi pisau ini dibuat lengkung lurus dan sejajar. Pisau ini mempunyai lebar berkisar

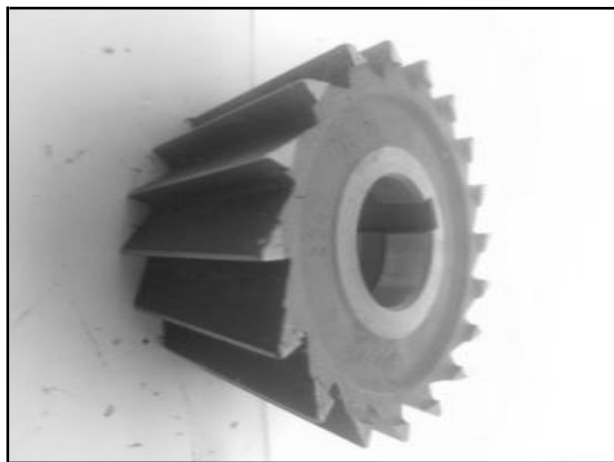
antara 0,020” sampai 0,182” dan diameter maksimal  $2\frac{3}{4}$ ”.

c) Pisau Sudut (*Angular milling cutter*)

Pisau sudut digunakan untuk pemotongan sudut. seperti pemotongan alur V, ekor burung, serrations, dan gigi reamer. Terdapat dua macam pisau sudut yaitu:

(1) Pisau sudut tunggal (lihat Gambar 22)

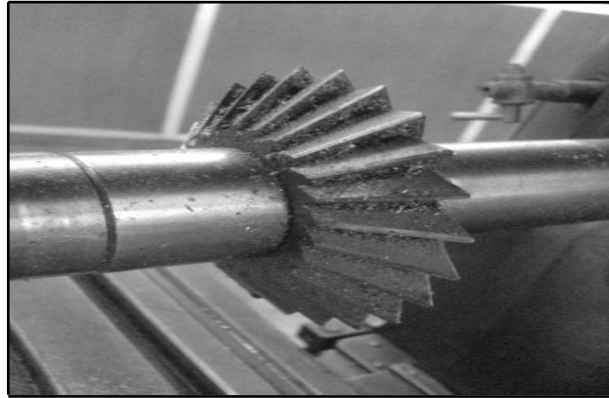
Pisau ini mempunyai satu sisi permukaan sudut. Pisau ini digunakan pada pembuatan alur ekor burung, *nothes* pada roda *ratchet* dan oprasional sejenis. Sudut pisau ini pada umumnya antara 45°-60°.



Gambar 22. Pisau sudut tunggal

(2) Pisau sudut ganda (lihat Gambar 23)

Pisau sudut ganda digunakan untuk membuat alur V. Pisau ini mempunyai bentuk sisi V dan biasanya dibuat dengan sudut 45°-60°, atau 90°.



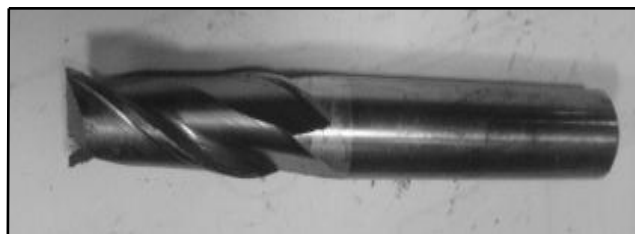
Gambar 23. Pisau sudut ganda

d) Pisau Jari (*End mill cutter*)

*End mill cutter* merupakan pisau solid dengan sisi dan gagang yang menjadi satu. *End mill cutter* sebagian besar digunakan pada mesin frais vertikal meskipun tidak menutup kemungkinan dipakai pada mesin frais horizontal. Macam-macam pisau *end mill cutter* tersebut antara lain:

(1) *End mill cutter* dua mata (*two flute*), lihat Gambar 24

Pisau ini hanya mempunyai dua mata potong pada selubungnya. Ujung sisi didesain untuk dapat memotong hingga ke center. Pisau ini dapat digunakan sebagaimana bor dan dapat pula digunakan untuk membuat alur.



Gambar 24. *End mill* dua mata (*Two flute*)

(2) *End mill cutter dengan mata potong jamak*

Pisau ini mempunyai tiga, empat, enam, atau delapan sisi potong dan biasanya mempunyai diameter di atas 2".

(3) *Ball end mill* (lihat Gambar 25)

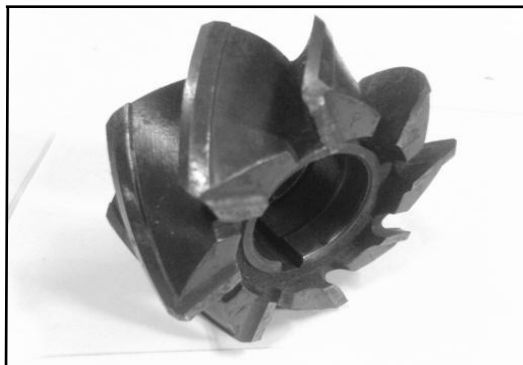
Pisau ini digunakan untuk pengefraisan fillet atau alur dengan radius pada permukaannya, untuk alur bulat, lubang, bentuk bola dan untuk semua pengerjaan bentuk bulat.



Gambar 25. *Ball end mill*

(4) *Shell end mill* (lihat Gambar 26)

Pisau ini mempunyai lubang untuk pemasangannya pada arbor pendek. Gigi-gigi pisau ini biasanya berbentuk helik. Pisau ini dibuat lebih besar ukurannya dari pada pisau solid dan biasanya berukuran 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub> sampai 6".

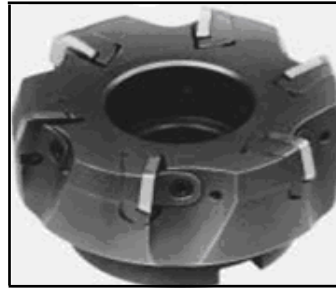


Gambar 26. *Shell end mill*



- e) Pisau muka (*Face mill cutter*), lihat pada Gambar 27

Adalah pisau bentuk khusus dari pisau *end mill* besar. Pisau ini dibuat dengan ukuran 6" atau lebih. *Face mill cutter* biasanya mempunyai mata potong sisi (*inserted*).



Gambar 27.  
Pisau muka (*Face mill cutter*)

- f) *T-Slot milling cutter* (lihat Gambar 28)

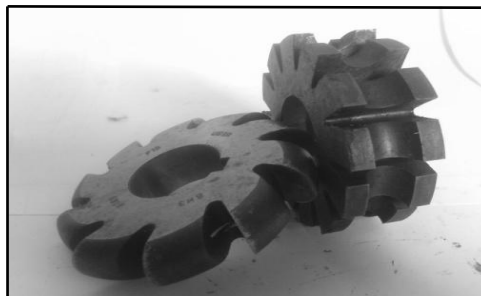
*T-Slot milling cutter* merupakan pisau tipe *end mill* khusus yang didesain untuk pemotongan alur T.



Gambar 28. *T-Slot milling cutter*

- g) *Fly cutter* (lihat Gambar 29)

*Fly cutter* terdiri dari satu atau lebih bentuk gigi dalam satu pisau. Dalam penggunaannya sama dengan proses pengeboran.



Gambar 29. Pisau cekung dan pisau cembung

**e. Mesin *slotting*** (lihat Gambar 30)

Mesin *slotting* pada hakikatnya adalah mesin sekrup vertikal. Mesin *slotting* ini digunakan untuk pemotongan dalam, menyerut dan bersudut serta untuk pengerjaan permukaan-permukaan yang sukar dijangkau.

Gerakan pahat dari mesin ini naik turun secara vertikal, sedangkan benda kerja bisa bergeser ke arah memanjang dan melintang. Mesin jenis ini juga dilengkapi dengan meja putar, sehingga dengan mesin ini bisa dilakukan pengerjaan pembagian bidang yang sama besar. Dalam proses pembuatan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa mesin *slotting* digunakan untuk membuat alur pasak.

Jenis gerakan pada mesin *slotting* adalah:

1. Gerakan utama

Gerakan utama pada mesin *slotting* ini merupakan gerakan maju dan mundur. Gerak maju disebut langkah kerja, gerak mundur disebut langkah tidak kerja.

2. Gerakan *feeding*

Gerakan *feeding* merupakan gerakan pemakanan. Gerakan ini menghasilkan ketebalan tatal yang dipotong.

3. Pengaturan dalamnya pemotongan

Pengaturan ini menghasilkan kedalaman pemotongan yang erat kaitannya dengan perencanaan waktu pemesinan.



Gambar 30. Mesin *slotting*

## 2. Alat-alat bantu dan alat-alat ukur pemesinan

### a. Jangka sorong/*vernier caliper* (lihat Gambar 31)

*Vernier caliper* atau juga disebut jangka sorong adalah alat ukur presisi, sehingga dapat digunakan untuk mengukur benda kerja secara presisi dengan tingkat ketelitian  $1/100$  mm. ketelitian dari alat ukur ini biasanya  $5/100$  mm.



Gambar 31. Jangka sorong

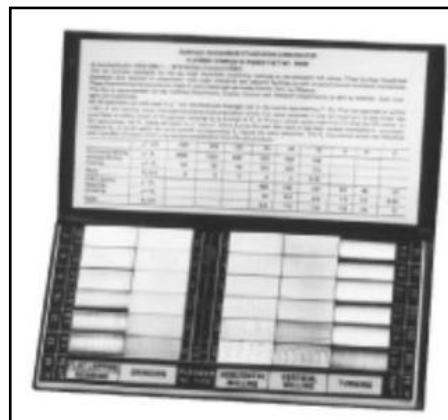
b. *Micrometer*

*Micrometer* adalah alat ukur yang dapat melihat dan mengukur benda dengan satuan ukur yang memiliki ketelitian sampai 0.01 mm. Berdasarkan penggunaannya micrometer dibedakan menjadi:

- 1) *Micrometer* luar
- 2) *Micrometer* dalam
- 3) *Micrometer* kedalaman

c. *Rugo test* (lihat Gambar 32)

*Rugo test* adalah alat ukur kekasaran permukaan. Cara penggunaannya adalah dengan cara membandingkan kekasaran permukaan benda kerja dengan kekasaran permukaan yang ada pada *rugo test*.



Gambar 32. *Rugo test*

d. Mal ulir

Mal ulir digunakan untuk menentukan ulir dari suatu baut atau mur. dengan mencocokkan antara mal dengan ulir yang akan ditiru kemudian digunakan pada penyetelan panel mesin bubut. Hal ini

penting dilakukan dalam pembentukan ulir pada benda kerja agar memiliki hasil yang sama antara master produk dengan benda kerja.

e. Kunci *chuck* (lihat Gambar 33)

Kunci *chuck* merupakan salah satu alat perkakas yang biasanya digunakan pada mesin bubut. Fungsi kunci *chuck* sebagai alat pengunci pada benda kerja yang dicekam di rahang tetap.

Kunci *chuck* mengunci benda kerja yang akan dibuat dengan kuat agar saat benda kerja berputar tetap senter dan simetris. Penguncian dilakukan pada ujung *chuck* yang dimasukkan pada lubang rahang tetap dan dikunci dengan kuat.



Gambar 33. Kunci *chuck*

f. Senter bor (lihat Gambar 34)

Senter bor digunakan untuk membuat lubang senter diujung benda kerja sebagai tempat kedudukan senter putar atau senter tetap yang kedalamannya disesuaikan dengan kebutuhan yaitu sekitar  $\frac{1}{3}$  sampai  $\frac{2}{3}$  dari panjang bagian yang tirus pada bor senter tersebut.

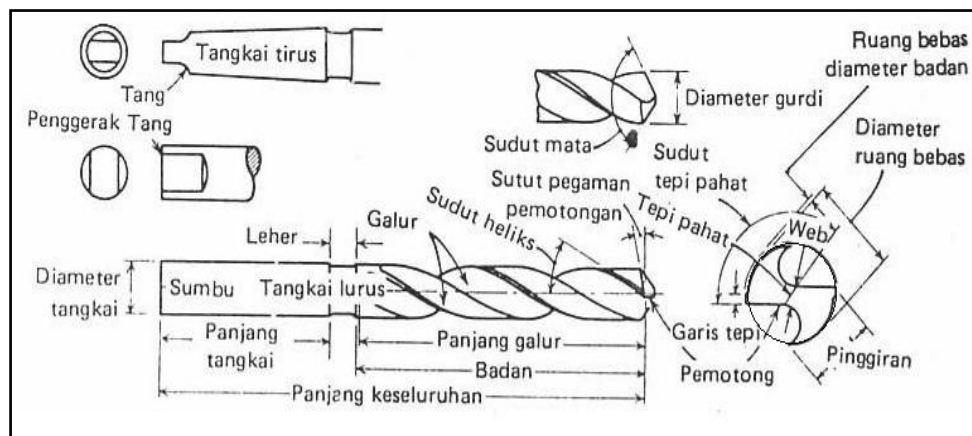
Pembuatan lubang senter pada benda kerja diperlukan apabila memiliki ukuran yang relatif panjang atau untuk mengawali pekerjaan pengeboran.



Gambar 34. Senter bor

g. Mata bor (lihat Gambar 35)

Mata bor adalah perkakas potong yang digunakan untuk membuat lubang pada benda kerja. Mata bor biasanya dipasangkan pada *drill chuck* atau *drill sleeve* agar bias dipasang pada mesin bubut. Tetapi ada beberapa mata bor yang sudah didesain dapat langsung dipasang pada mesin bubut tanpa menggunakan *drill chuck*.



Gambar 35. Mata bor

h. Ragum (lihat Gambar 36)

Ragum adalah alat untuk menjepit benda kerja. Untuk membuka rahang ragum dilakukan dengan cara memutar tangkai/tuas pemutar ke arah kiri (berlawanan arah jarum jam) sehingga batang berulir akan menarik landasan tidak tetap pada rahang tersebut, demikian pula sebaliknya untuk pekerjaan pengikatan benda kerja, tangkai pemutar diputar ke arah kanan (searah jarum jam).



Gambar 36. Ragum

### 3. Keselamatan kerja

Keselamatan kerja adalah keselamatan yang berhubungan dengan pekerja atau operator, mesin, alat-alat kerja, bahan dan pengelolaannya, landasan tempat kerja dan lingkungannya serta cara-cara melakukan pekerjaannya. Sebelum bekerja pada suatu mesin kita harus mempertimbangkan dan selalu mengingat akan keselamatan kerja, sehingga program kerja akan berjalan dengan lancar sesuai SOP (*Standard Operation Procedure*).

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menjaga keselamatan kerja adalah dengan menjauhkan jari-jari tangan dari alat atau benda kerja yang berputar, pasanglah selalu benda kerja dan alat potong pada mesin dengan kuat. Jangan menghentikan bagian mesin yang masih berputar dengan tangan, jangan meninggalkan mesin pada saat mesin masih beroperasi (*on*) dan perhatikan dalam menempatkan alat bantu seperti jangka sorong, kunci *chuck*, dan alat bantu lainnya. Selain itu untuk menghindari kecelakaan kerja pada saat bekerja, gunakanlah alat-alat keselamatan sebagai berikut:

a. Pakaian kerja/*wearpack* (lihat Gambar 37)

Pada saat bekerja di bengkel kita harus menggunakan pakaian kerja. Ini dilakukan untuk menjaga keselamatan tubuh dari kecelakaan yang tidak diinginkan. Saat pengerjaan di bengkel pakaian kerja akan melindungi dari beram (tatal) panas yang melayang saat operator mengoperasikan mesin. Di samping itu, pakaian kerja juga dipakai untuk mencegah kotoran dan hal-hal lain yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja bagi operator.

Oleh karena itu, pakaian kerja yang digunakan operator tidak boleh mengganggu pergerakan tubuh operator dan jenis kainnya juga tidak menimbulkan rasa panas saat dipakai. Selain itu, pakaian kerja yang dipakai juga harus dalam keadaan rapi dan baik kondisinya. Bagian pakaian kerja yang sobek dapat tersangkut pada bagian-bagian mesin yang bergerak. Kancing baju



juga harus rapi, lengan baju kerja tersebut juga lebih baik jika dibuat pendek diatas siku terutama untuk operator pada mesin bubut dan skrap.



Gambar 37. Pakaian kerja dan kelengkapannya

b. Sepatu kerja/*safety shoes* (lihat Gambar 38)

Sepatu kerja digunakan untuk menjaga keselamatan kaki dari tusukan benda tajam yang ada di sekitar bengkel. Jenis sepatu kerja yang digunakan adalah sepatu biasa dengan bahan kulit bersol karet. Sol dari karet ini berfungsi agar operator tidak terpeleset jika permukaan lantai bengkel licin akibat oli atau minyak pelumas. Pada bagian ujung sepatu tersebut dilapisi

dengan baja yang fungsinya untuk melindungi kaki jika tertimpa benda-benda yang berat.



Gambar 38. Sepatu kerja/*safety shoes*

c. Sarung tangan

Alat ini digunakan untuk melindungi tangan dari kecelakaan kerja. Berdasarkan jenis bahannya, sarung tangan dikelompokkan sebagai berikut:

1) Sarung tangan kain (lihat Gambar 39)

Sarung tangan kain digunakan untuk memperkuat pegangan agar tidak meleset. Contohnya, pada saat memegang suatu benda yang berminyak dari bagian-bagian mesin atau bahan baja.

2) Sarung tangan asbes

Sarung tangan asbes digunakan untuk melindungi tangan terhadap bahaya pembakaran api. Sarung tangan ini

digunakan setiap pemegangan benda yang panas, seperti dalam pengelasan dan pekerjaan tempa



Gambar 39. Sarung Tangan Kain

d. Kaca mata pelindung (lihat Gambar 40)

Pada saat bekerja di bengkel pemesinan operator harus selalu menggunakan kacamata. Kaca mata berfungsi untuk melindungi mata operator dari beram (tatal) yang dihasilkan saat mesin dioperasikan. Pada pekerjaan dengan mesin yang lain, kacamata digunakan untuk melindungi mata dari panas yang dihasilkan dari mesin tersebut, sinar yang menyilaukan, dan juga dari debu. Contohnya adalah pada pengerjaan menggerinda, memahat, dan mengefrais.



Gambar 40. Kaca mata praktek

### **BAB III**

#### **KONSEP PEMBUATAN**

##### **A. Konsep Umum Proses Pembuatan Produk**

Memproduksi suatu alat atau komponen memerlukan mesin dan peralatan yang tepat sehingga proses produksi menjadi lebih efektif dan efisien. Ketepatan dalam pemilihan mesin dan peralatan sangat menentukan hasil produksi. Pemilihan mesin dan peralatan tersebut disesuaikan dengan jumlah dan spesifikasi produk yang akan dibuat.

Proses pengerjaan suatu bahan dapat diklasifikasikan secara umum sebagai berikut:

##### **1. Proses untuk mengubah bentuk bahan**

Pada umumnya bentuk awal logam adalah batangan yang didapat sebagai hasil dari proses pengolahan bijih logam. Bijih logam cair dituangkan ke dalam cetakan logam atau grafit untuk menghasilkan *ingot* dengan ukuran yang sudah ditentukan sehingga dapat dengan mudah dibentuk. Beberapa proses untuk mengubah bentuk logam adalah:

- |                        |                       |
|------------------------|-----------------------|
| a. Proses pengecoran   | k. Proses putar-tekan |
| b. Proses penempaan    | l. Proses pemukulan   |
| c. Proses ekstrusi     | m. Proses penekanan   |
| d. Proses pengerolan   | n. Proses rol bentuk  |
| e. Proses penarikan    | o. Pemotongan nyala   |
| f. Proses pembengkokan | p. Pembentuk serbuk   |

## 2. Proses pemotongan

Proses pemotongan biasanya dilakukan pada mesin-mesin perkakas. Umumnya prinsip yang digunakan pada mesin perkakas (*machine tool*) adalah pemotongan (*cutting*) dan metode yang digunakan adalah dengan menjalankan gerak relatif antara alat potong (*cutting tool*) dengan permukaan benda kerja yang akan dibentuk. Ada dua macam proses pemotongan logam, yaitu proses pemotongan tradisional dan proses pemotongan bukan tradisional:

a. Proses pemotongan tradisional, antara lain:

- |                |                    |
|----------------|--------------------|
| 1) Pembubutan  | 7) Penggergajian   |
| 2) Penyerutan  | 8) Potong-tarik    |
| 3) Pengetaman  | 9) Pengefraisan    |
| 4) Penggurdian | 10) Penggerindaan  |
| 5) Pengeboran  | 11) <i>Hobbing</i> |
| 6) Pelebaran   | 12) <i>Routing</i> |

b. Proses pemotongan bukan tradisional, antara lain:

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| 1) Ultrasonik             | 5) Pemotongan abrasi                     |
| 2) Erosi loncatan listrik | 6) Proses bubut plasma                   |
| 3) Laser optik            | 7) Proses pemesinan oleh berkas elektron |
| 4) Elektrokimia           |  |

Proses pemotongan bukan tradisional umumnya diterapkan pada proses produksi yang memerlukan ketelitian yang tinggi, di sini logam dipotong menjadi beram yang halus.

### 3. Proses penyelesaian permukaan

Untuk menghasilkan permukaan yang halus dan datar atau untuk menghasilkan lapisan pelindung, dapat dilakukan berbagai proses penyelesaian permukaan sebagai berikut:

- |                             |                            |
|-----------------------------|----------------------------|
| a. Proses <i>polish</i>     | g. Pelapisan semprot logam |
| b. Proses gosok amril       | h. Lapisan anorganik       |
| c. Pelapisan listrik        | i. Pelapisan fosfat        |
| d. Penghalusan lubang bulat | j. Anodisasi               |
| e. Penggosokan halus        | k. Seradisasi              |
| f. Penghalusan rata         |                            |

Dalam kelompok ini terdapat proses yang hampir tidak mengubah dimensi khususnya hanya menyelesaikan permukaan. Proses lain seperti menggerinda, menghilangkan logam akan menghasilkan benda dengan dimensi yang diinginkan sekaligus menghasilkan permukaan yang baik.

### 4. Proses penyambungan

Dalam pembuatan suatu komponen sering terdiri dari beberapa komponen penyusun. Dua komponen atau lebih dapat disatukan dengan berbagai proses penyambungan sebagai berikut:

- |                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| a. Proses pengelasan | e. Penyambungan             |
| b. Solder            | f. Pengelingan              |
| c. Mematri           | g. Penyambungan dengan baut |
| d. Sinter            | h. Perekatan dengan lem     |

Pada proses penyambungan dengan baut, bagian logam dijadikan satu dengan cara mencairkannya. Di sini diperlukan panas dengan tekanan atau tanpa tekanan. Solder dan mematri adalah dua proses sejenis, diantara kedua potong logam ditambahkan logam lain dalam keadaan cair. Proses sinter mengikat partikel logam dengan cara pemanasan. Perekat dalam bentuk serbuk, cairan, bahan padat dan pita banyak digunakan untuk menyambung logam, kayu, gelas atau plastik.

## **B. Konsep Pembuatan Poros Tetap, Poros Geser dan *Roller* pada Alat/Mesin Pengeroll Pipa**

Pada proses pembuatan poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa, konsep pembuatan yang digunakan adalah pembuatan melalui proses pemesinan, penyelesaian permukaan (*finishing*), dan proses perakitan untuk merangkai komponen-komponen mesin. Berikut merupakan penjelasan dari konsep umum pembuatan poros tetap, poros geser dan roller pada alat/mesin pengeroll pipa.

### **1. Perencanaan dan pemilihan bahan**

Sebelum melakukan proses pengerjaan pemesinan, perlu membuat perencanaan yang matang supaya dalam proses pembuatan tidak mengalami hambatan dan hasilnya sesuai dengan harapan. Hal yang perlu diperhatikan dalam tahap perencanaan adalah membuat suatu rancangan dan memperhitungkan rancangan tersebut. Dalam pembuatan poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa, langkah-langkah yang harus dilakukan adalah membuat rancangan gambar kerja dan ukuran. Hasil rancangan tersebut kemudian dituangkan dalam gambar

kerja. Gambar kerja digunakan sebagai acuan dalam proses pembuatan produk.

Tahapan selanjutnya adalah pemilihan bahan. Bahan yang digunakan untuk membuat komponen ini harus disesuaikan dengan bentuk dan fungsi dari komponen yang akan dibuat. Pemilihan bahan memerlukan pertimbangan, seperti jenis bahan, kekuatannya, kekerasannya, keuletannya. Adapun bahan yang digunakan untuk poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa adalah baja ST 37. Pemilihan bahan ST 37 untuk membuat poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa disesuaikan dengan kekuatan bahan yang mampu menahan gaya yang terjadi pada *roller* saat proses pengerollan pipa.

## **2. Persiapan alat dan mesin**

Sebelum melakukan pekerjaan pemesinan sebaiknya disiapkan mesin dan peralatan yang akan digunakan. Adapun mesin dan peralatan yang digunakan untuk membuat poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa adalah:

### **a. Mesin bubut CIA MIX SP 6230 T**

#### **1) Alat penunjang mesin bubut adalah:**

- |   |                       |
|---|-----------------------|
| a) Pahat HSS ( <i>High Speed Steel</i> )          | e) Kunci <i>chuck</i> |
| b) Mata bor $\phi$ 6, $\phi$ 15, dan $\phi$ 21 mm | f) Bor senter         |
| c) Senter putar                                   | g) Jangka sorong      |
| d) Kunci pas 10-12                                | h) Pemegang pahat     |



b. Mesin gergaji

c. Mesin frais

Mesin frais pada proses pembuatan poros tetap dan poros geser pada alat/mesin pengeroll pipa digunakan untuk membuat alur pasak pada kedua ujung poros tersebut. Pisau end mill yang harus dipersiapkan pisau end mill  $\phi$  6 mm.

d. Mesin *slotting*

Mesin *slotting* ini digunakan untuk membuat alur pada *roller* dengan lebar alur 6 mm.

**3. Konsep pembuatan poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa**

a. Pemotongan bahan

Pemotongan bahan dilakukan dengan menggunakan mesin gergaji. Pemotongan bahan ini harus diberi sedikit kelebihan dari ukuran benda kerja yang sebenarnya, karena untuk pembubutan *facing* atau peralatan bagian pemotongan. Perlu diingat bahwa dalam pemotongan bahan ini jangan lupa untuk memberi cairan pendingin pada bagian yang dipotong untuk mengatasi panas yang lebih pada bahan dan mata gergaji agar tidak cepat tumpul dan patah.

b. Pembubutan

Proses pembubutan yang dilakukan pada proses pembuatan poros tetap pada alat/mesin pengeroll pipa yang pertama adalah proses *facing*. Setelah selesai langkah selanjutnya adalah pengeboran center untuk dudukan senter putar. Setelah itu lakukan pembubutan bertingkat

$\phi$  20,  $\phi$  21,  $\phi$  22, seperti pada gambar kerja. Setelah itu balik benda kerja dan lakukan hal yang sama tetapi dengan ukuran yang berbeda seperti pada gambar kerja. Setelah semua selesai barulah proses pembuatan ulir M20x2,5 pada kedua ujung poros, sedangkan langkah kerja pembuatan poros geser hampir sama dengan proses pembuatan poros tetap, hanya ukurannya yang berbeda.

Pada *roller* langkah yang kerja yang dilakukan hampir sama dengan proses pembuatan poros, hanya dalam proses pembuatan *roller* tidak ada penguliran melainkan pengeboran hingga  $\phi$  20 mm.

c. Pembuatan alur pasak pada poros

Proses pengaluran pada poros tetap, poros geser pada alat/mesin pengeroll pipa menggunakan mesin frais. Pengaluran dilakukan di kedua ujung poros dengan lebar alur 6 mm dan panjang 100 mm.

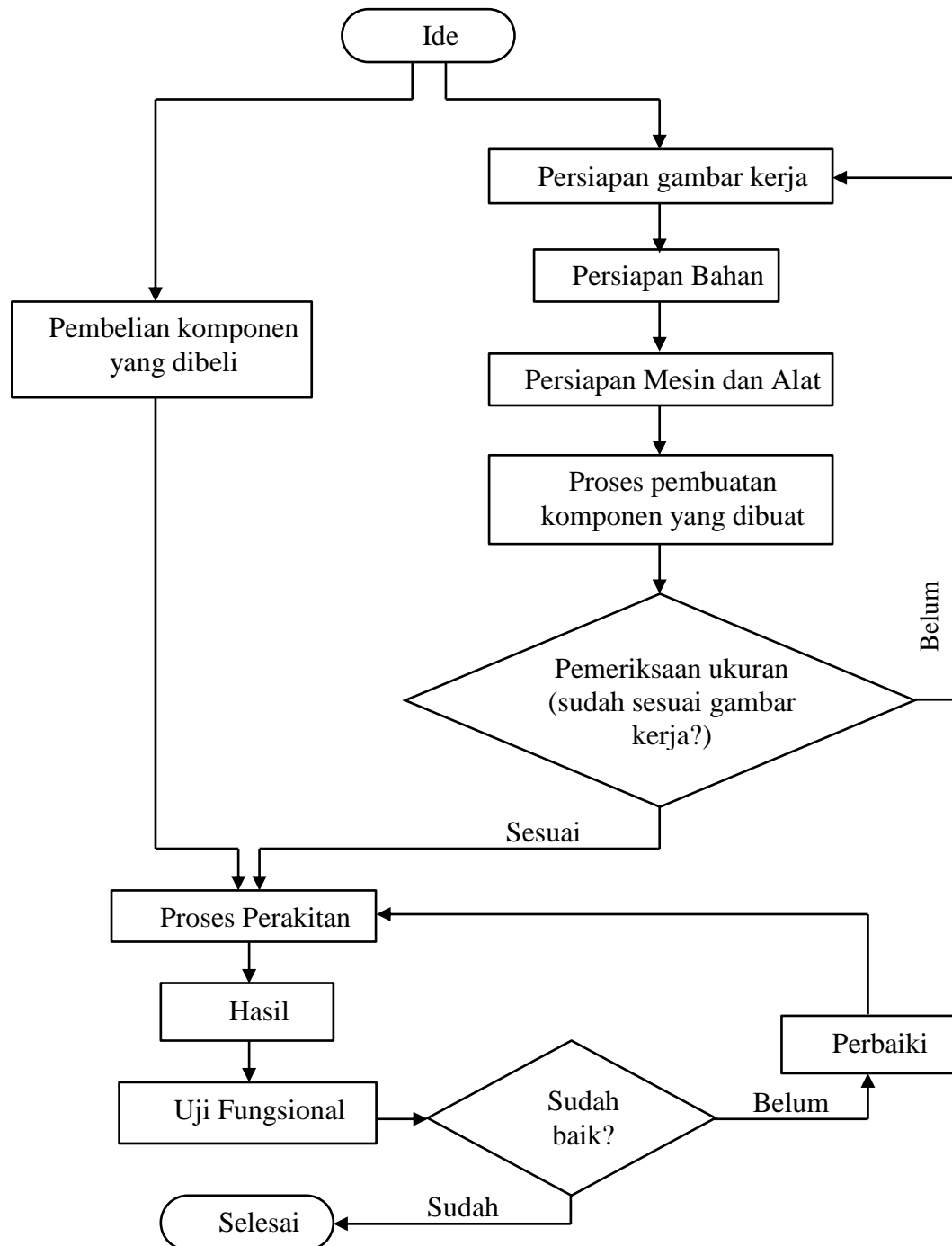
d. Pembuatan alur pasak pada *roller*

Pembuatan alur dilakukan pada *roller* guna sebagai dudukan pasak pasangan dari poros. Kedalaman alur pasak yang dibuat pada *roller* 50 mm atau sampai tembus. Hal ini dimaksudkan supaya pasak yang dimasukan nantinya bisa lebih panjang dari *roller* dan mendapatkan kinerja yang lebih maksimal. Penggunaan pasak pada pasangan poros dan *roller* sangat penting, karena berfungsi sebagai pengikat dari keduanya.

## BAB IV

### PROSES PEMBUATAN, HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Diagram Alir Proses Pembuatan (lihat Gambar 41)



Gambar 41. Diagram alir proses pembuatan

## **B. Visualisasi Proses Pembuatan**

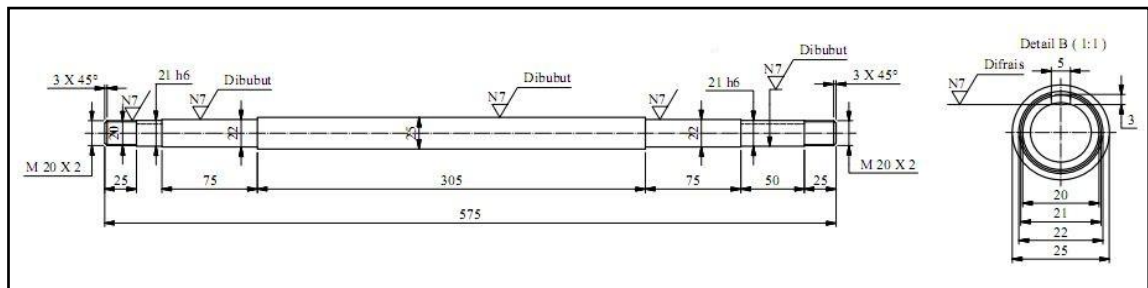
Pada pembuatan poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa langkah proses pembuatannya meliputi: mempersiapkan gambar kerja, mempersiapkan bahan yang akan digunakan, persiapan alat/mesin, proses pembuatan komponen yang dibuat, perakitan, dan uji fungsional. Adapun tindakan dan keselamatan kerja dalam proses pembuatan komponen ini adalah melakukan proses kerja sesuai dengan prosedur dan langkah yang diinstruksikan, menggunakan *wearpack* dan alat perlengkapan keselamatan kerja, meletakkan alat ukur pada tempat yang aman/terpisah dengan barang kasar, dan jangan membersihkan tatal benda kerja selama mesin berjalan.

### **1. Pembuatan poros tetap pada alat/mesin pengeroll pipa**

#### **a. Identifikasi Gambar kerja**

Tahap ini merupakan tahap awal sebelum melakukan proses pembuatan poros tetap. Identifikasi gambar kerja sangat perlu dilakukan karena tanpa adanya gambar kerja yang baik, akan mengalami kesulitan untuk melakukan produksi.

Gambar kerja harus dapat memberikan informasi dan petunjuk yang lengkap tentang komponen yang akan dibuat. Gambar kerja juga harus memiliki keterangan-keterangan pendukung lain yang jelas. Hal tersebut akan memudahkan operator dan dapat membuat komponen sesuai dengan yang diinginkan oleh perancang. Gambar kerja pembuatan poros tetap pada alat/mesin pengeroll pipa dapat dilihat pada Gambar 42.



Gambar 42. Poros tetap pada alat/mesin pengeroll pipa

b. Persiapan bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan poros tetap adalah ST 37 yang memiliki harga kekerasan (*Hardness Brinell* = 105-125 kg/mm<sup>2</sup>) dan kadar karbon 0.20 % (lihat pada Lampiran 4). Ukuran awal bahan adalah  $\phi$  25,4 mm x 2000 mm.

c. Mesin yang digunakan

Mesin yang digunakan dalam proses pembuatan poros tetap adalah:

- 1) Mesin gergaji
- 2) Mesin bubut CIA MIX SP 6230 T
- 3) Mesin frais bridgeport

d. Peralatan yang digunakan

Dalam proses pembuatan poros tetap menggunakan beberapa peralatan, diantaranya adalah:

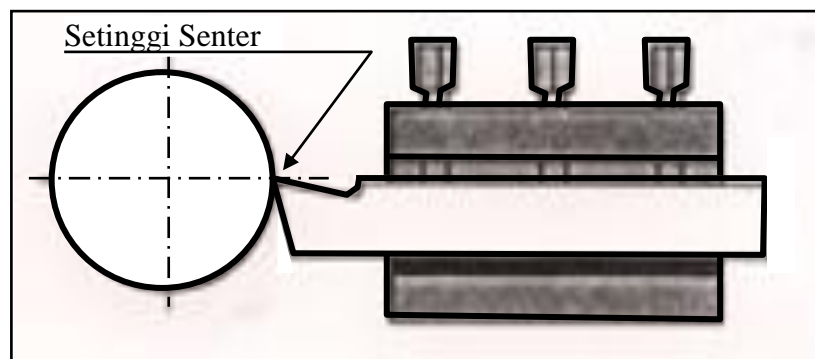
- 1) Pahat bubut HSS rata kanan
- 2) Pahat ulir
- 3) Pahat alur
- 4) End mill  $\phi$  5 mm

- 5) Bor center
  - 6) Senter putar
  - 7) Kunci *chuck* mesin frais dan bubut
  - 8) *Chuck drill*
  - 9) Kunci *chuck drill*
  - 10) Kunci pas 12-13, 14-15
  - 11) Bantalan ganjal
  - 12) Ragum
- e. Alat ukur yang digunakan pada proses pembuatan poros tetap adalah jangka sorong dengan ketelitian 0,05 dan mal ulir.
- f. Tindakan keamanan dan keselamatan, meliputi:
- 1) Jangan merubah kecepatan mesin pada saat mesin sedang berputar
  - 2) Letakan semua alat ukur pada tempat yang aman
  - 3) Memakai pakaian kerja dan alat pelindung diri
  - 4) Jangan membersihkan mesin pada saat mesin sedang beroperasi
  - 5) Selalu menggunakan cairan pendingin ketika proses berlangsung
- g. Penyetelan mesin dan langkah pengerjaan (lihat Tabel 6 sampai dengan Tabel 23)
- 1) Memotong bahan menggunakan mesin gergaji dengan ukuran  $\phi$  25,4 mm x 575 mm. Pemotongan bahan ini harus diberi sedikit kelebihan dari ukuran benda kerja yang sebenarnya, kira-kira 5 mm karena untuk pembubutan *facing* atau peralatan bagian pemotongan. Perlu diingat bahwa dalam pemotongan bahan ini

jangan lupa untuk memberi cairan pendingin pada bagian yang dipotong untuk mengatasi panas yang lebih pada bahan dan mata gergaji agar tidak cepat tumpul dan patah.

- 2) Melakukan *running test* pada mesin apakah dapat digunakan atau tidak, selanjutnya cek tombol-tombol, putaran *spindle* dan *coolant* pada mesin.
- 3) Penyetelan pahat (lihat Gambar 43)

Pengaturan pahat perlu diperhatikan dan dilakukan karena apabila kedudukan pahat atau cara pemasangan pahat yang salah akan sangat berpengaruh terhadap hasil pembubutan. Pemasangan pahat yang tidak *center*, mengakibatkan hasil pembubutan kurang maksimal. Pemasangan pahat harus setinggi *center*.



Gambar 43. Pengaturan pahat setinggi *center*

Langkah awal yang dilakukan ketika melakukan pengaturan pahat yaitu dengan memasang *center* putar pada kepala lepas terlebih dahulu. Selanjutnya pasang pahat pada rumah pahat kemudian atur sedemikian rupa hingga ujung pahat sejajar dengan ujung *center* putar.

#### 4) Penyetelan putaran spindel (lihat Tabel 7)

Kecepatan putar spindel perlu diatur, karena selain pahat kecepatan pada spindel juga dapat mempengaruhi hasil benda. Kecepatan yang terlalu lemah atau pelan dapat membuat permukaan benda menjadi kasar. Selain permukaan yang kasar hal ini juga dapat berpengaruh pada pahat. Pahat akan cepat tumpul dikarenakan pahat harus bekerja sangat keras dalam melakukan penyayatan pada benda. Pengaturan kecepatan spindel mesin bubut dapat ditentukan berdasarkan tabel dan jenis bahan yang digunakan.

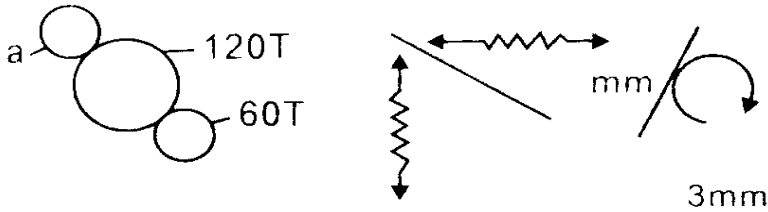
Tabel 7. Tabel putaran pada mesin bubut CIA MIX SP 6230 T

<b>SPINDLE SPEED</b>			
<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	
<b>A</b>	<b>270</b>	<b>1400</b>	<b>800</b>
<b>B</b>	<b>70</b>	<b>360</b>	<b>220</b>
<b>C</b>	<b>200</b>	<b>1000</b>	<b>600</b>

#### 5) Penyetelan gerak pemakanan (lihat Tabel 8)

Pada saat proses pembubutan gerak pemakanan perlu diperhatikan. Karena salah pemilihan gerak pemakanan akan membuat permukaan benda kerja menjadi kurang halus pada saat selesai proses pembubutan. Gerak pemakanan dapat ditentukan berdasarkan tabel dan jenis bahan yang digunakan.



Tabel 8. Tabel gerak makan (*feeding*) pada mesin CIA MIX SP 6230 T


a		60T				30T			
LEVER		T	S	R	V	T	S	R	V
A	D	1.392 .380	1.300 .351	1.044 .282	.835 .226	.696 .188	.650 .175	.522 .141	.418 .113
B	D	.696 .188	.650 .176	.522 .141	.418 .113	.348 .084	.325 .088	.261 .070	.208 .056
A	C	.348 .094	.325 .088	.261 .070	.208 .056	.174 .047	.162 .044	.130 .035	.104 .028
B	C	.174 .047	.162 .044	.130 .035	.104 .028	.087 .024	.081 .022	.065 .017	.052 .014

Dari melihat Tabel 8, persiapan roda gigi A 60T, roda gigi B 120T, roda gigi C 60T. sehingga *feeding* yang ditemukan:

(1) Bubut *facing*

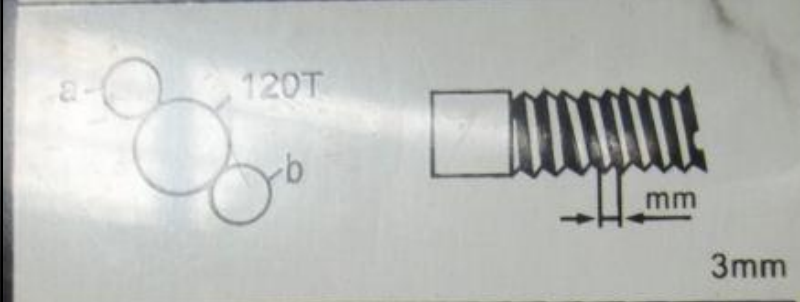
- (a) Untuk *roughing* 0,348 mm/putaran jadi handel mengarah pada A, C, T.
- (b) Untuk *finishing* 0,130 mm/putaran jadi handel mengarah pada B, C, R.

(2) Bubut memanjang

- (a) Untuk *roughing* 0,348 mm/putaran jadi handel mengarah pada A, C, T.
- (b) Untuk *finishing* 0,130 mm/putaran jadi handel mengarah pada B, C, R.

#### 6) Penyetelan mesin untuk penguliran

Dalam proses penguliran terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan, diantaranya pengaturan roda gigi dan pengaturan *handle* untuk menentukan besarnya *pitch* (lihat Gambar 44).



The diagram shows a worm gear setup with a 120T gear and a 3mm pitch. Below it is a table with 10 columns and 10 rows of settings for thread turning.

a		56	60	60	30	60	60	30	60	56
b		60	60	60	60	60	60	60	60	63
LEVER		4	1	3	4	1	3	1	3	3
		R	R	S	T	V	R	T	V	V
A	D	7.0	6.0		5		4.5	4.0		
B	D	3.5	3.0		2.5		2.25	2.0	1.8	1.6
A	C	1.75	1.5	1.4	1.25	1.2		1.0	0.9	0.8
B	C		0.75	0.7		0.6		0.5	0.45	0.4

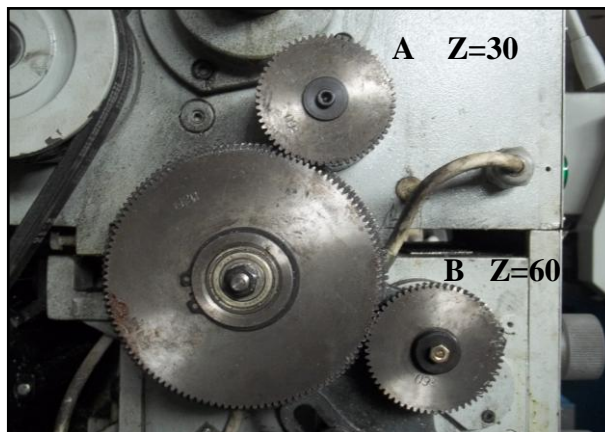
Gambar 44. Tabel penguliran pada mesin bubut *cia mix*

Dari melihat Gambar 44, *setting* mesin yang dilakukan pada mesin bubut *ciamix* untuk membuat ulir metrik dengan pitch 2,5 adalah dengan merubah *handle* pada posisi B, D, T, 4 (lihat Gambar 45) dan mengganti roda gigi A dengan jumlah gigi 30 sedangkan roda gigi B jumlah gigi 60 (lihat Gambar 46). Setting

kecepatan putar *spindel* pada proses penguliran menggunakan yang paling rendah yakni 70 rpm (lihat Gambar 47).



Gambar 45. Pengaturan *handle* ulir pitch 2,5

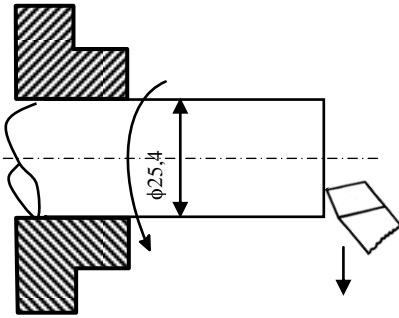


Gambar 46. Pengaturan roda gigi

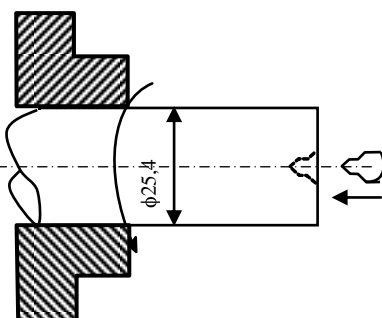


Gambar 47. Pengaturan *spindel* kecepatan putar

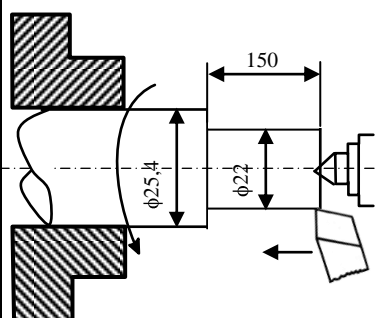
Tabel 9. Langkah kerja proses pembuatan poros tetap pada alat/mesin pengeroll pipa (*facing*)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ mnt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (menit)	
1	Pembubutan poros tetap 1.1. <i>facing</i> 	1.1.1 Pasang benda kerja pada cekam mesin bubut. 1.1.2 Pasang pahat rata kanan dan atur ujung pahat sama tinggi dengan senter putar. 1.1.3 Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam. 1.1.4 Atur parameter pemotongan. 1.1.5 Lakukan pemakanan.	60	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000}{\pi \cdot 25,4}$ $= 752,2945$ $= 600$	1	tc = 2 mnt	<i>Facing</i> benda kerja sampai permukaan halus dan rata dengan kedalaman pemakanan (a) 1 mm dengan 2 kali penyayatan masing-masing 0,5 mm.

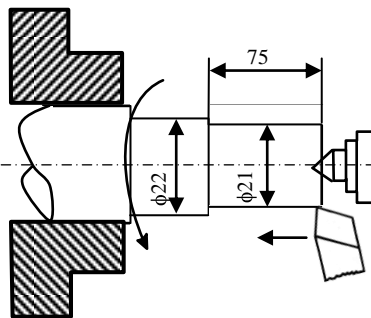
Tabel 10. Langkah kerja proses pembuatan poros tetap pada alat/mesin pengeroll pipa (pengeboran *center*)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
2	1.2. Pengeboran <i>center</i> 	1.2.1. Pasang bor center pada <i>chuck drill</i> . 1.2.2. Pasang <i>chuck drill</i> pada kepala lepas. 1.2.3. Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam. 1.2.4. Atur parameter pemakanan. 1.2.5. Lakukan pemakanan.	20	0,05	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000 \times 20}{\pi \times 25.4}$ $= 2123,14$ $= 1400$	4	tc = 2 mnt	1. Geser kepala lepas rapat dengan benda kerja. 2. Jepit kepala lepas 3. Atur putaran dan hidupkan <i>spindle</i> mesin. 4. Majukan kepala lepas sampai menyentuh titik bor senter benda kerja. 5. Majukan perlahan-lahan kepermukaan benda kerja sampai $\frac{3}{4}$ dalam dari panjang bor senter. 6. Mundurkan bor senter dan kepala lepas bila kedalaman telah tercapai.

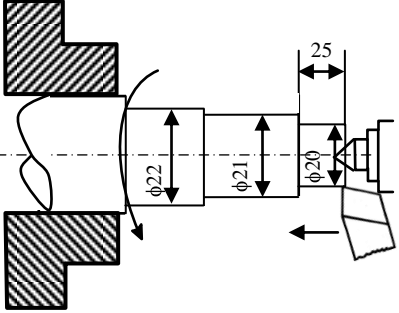
Tabel 11. Langkah kerja proses pembuatan poros tetap pada alat/mesin pengeroll pipa (pembubutan lurus  $\phi$  22 mm)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
3	<p>1.3. Pembubutan lurus</p> 	<p>1.3.1. Pasang senter putar pada kepala lepas.</p> <p>1.3.2. Masukkan senter putar kedalam bagian benda yang telah dilubangi oleh bor senter.</p> <p>1.3.3. Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam.</p> <p>1.3.4. Atur parameter pemakanan dan lakukan pemakanan.</p>	60	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000 \cdot 60}{\pi \cdot 22}$ $n = 85,4$ $= 752,2945$ $= 600$	3	$tc = \frac{lt (+ la)}{f \times n}$ $tc = \frac{150 + 5}{0,2 \times 600}$ $= 5,2 \text{ mnt}$	<p>1. Lakukan pemakanan benda dari <math>\phi</math> 25,4 sampai <math>\phi</math> 22 dengan panjang pemakanan 150 mm. dengan 4 kali pemakanan masing masing 0,5mm.</p> <p>2. Pada saat melakukan pembubutan, Pemakan benda dilakukan secara bertahap.</p>

Tabel 12. Langkah kerja proses pembuatan poros tetap pada alat/mesin pengeroll pipa (pembubutan bertingkat  $\phi$  21 mm)

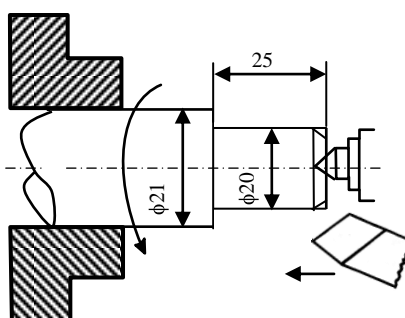
No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemessinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
4	<p>1.4. Pembubutan bertingkat</p> 	<p>1.4.1. Pasang senter putar pada kepala lepas.</p> <p>1.4.2. Masukkan senter putar kedalam bagian benda yang telah dilubangi oleh bor senter.</p> <p>1.4.3. Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam.</p> <p>1.4.4. Atur parameter pemakanan dan lakukan pemakanan.</p>	60	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000 \times 60}{\pi \times 21}$ $= 868,08$ $= 600$	1	$tc = \frac{lt + la}{f \times n}$ $tc = \frac{75 + 5}{0,2 \times 600}$ $= 0,675 \text{ mnt}$	Lakukan pemakanan benda dari $\phi$ 22 sampai $\phi$ 21 dengan panjang pemakanan 75 mm dengan 1 kali pemakanan 0,5 mm.

Tabel 13. Langkah kerja proses pembuatan poros tetap pada alat/mesin pengeroll pipa (pembubutan bertingkat  $\phi$  20 mm)

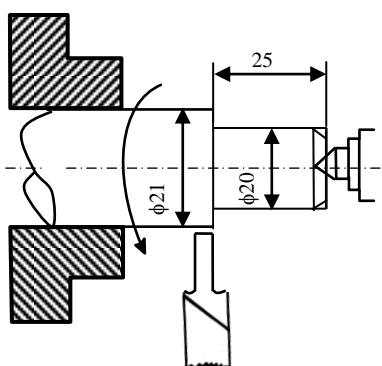
No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
5	<p>1.5. Pembubutan bertingkat</p> 	<p>1.5.1. Pasang senter putar pada kepala lepas.</p> <p>1.5.2. Masukkan senter putar kedalam bagian benda yang telah dilubangi oleh bor senter.</p> <p>1.5.3. Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam.</p> <p>1.5.4. Atur parameter pemakanan dan lakukan pemakanan.</p>	60	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000 \times 60}{\pi \times 21}$ $= 909,914$ $= 600$	1	$tc = \frac{lt (+ la)}{f \times n}$ $tc = \frac{25 + 5}{0,2 \times 600}$ $= 0,75 \text{ mnt}$	Lakukan pemakanan benda dari $\phi$ 21 sampai $\phi$ 20 dengan panjang pemakanan 25 mm dengan 1 kali pemakanan 0,5 mm.



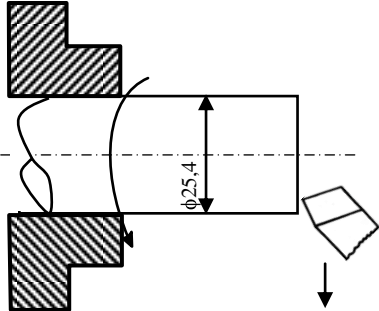
Tabel 14. Langkah kerja proses pembuatan poros tetap pada alat/mesin pengeroll pipa (proses pembubutan *champer*)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ mnt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (menit)	
6	<p>1.6 Pembubutan <i>champer</i></p> 	<p>1.6.1 Pasang center putar pada kepala lepas.</p> <p>1.6.2 Masukkan center putar kedalam bagian benda yang telah dilubangi oleh bor senter.</p> <p>1.6.3 Atur putaran <i>spindel</i> berlawanan dengan jarum jam.</p> <p>1.6.4 Atur parameter pemakanan.</p> <p>1.6.5 Lakukan pemakanan.</p>	30	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000}{\pi,14 \cdot 21}$ $= 477,707$ $= 360$	3	tc = 2 mnt	<ol style="list-style-type: none"> <li>Lakukan pembubutan champer pada sisi muka benda kerja sepanjang 3 mm dan membentuk sudut 45°.</li> <li>Pada saat melakukan pembubutan, pemakanan benda dilakukan secara bertahap.</li> </ol>

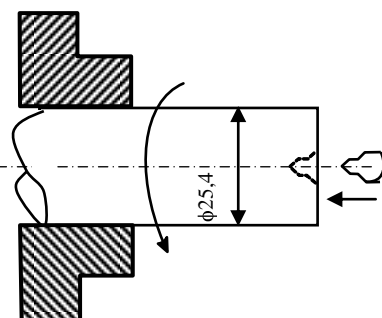
Tabel 15. Langkah kerja proses pembuatan poros tetap pada alat/mesin pengeroll pipa (proses pembubutan alur)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ mnt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (menit)	
7	1.7 Pembubutan alur  	1.7.1 Pasang center putar pada kepala lepas. 1.7.2 Masukkan center putar kedalam bagian benda yang telah dilubangi oleh bor senter. 1.7.3 Ganti pahat HSS rata kanan dengan pahat alur. 1.7.4 Atur parameter pemakanan. 1.7.5 Lakukan pemakanan.	60	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000 \times 60}{\pi \times 21}$ $= 909,914$ $= 600$	2,5	tc = 5 mnt	1. Lakukan pembubutan alur $\phi$ 21 mm selebar 4 mm sampai $\phi$ 16 mm atau sedalam 2,5 mm. 2. Pada saat melakukan pengaluran, pemakanan benda dilakukan secara bertahap. 3. Balik benda kerja

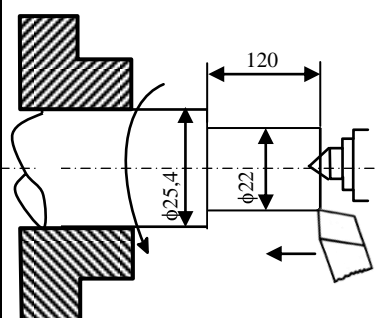
Tabel 16. Langkah kerja proses pembuatan poros tetap pada alat/mesin pengeroll pipa (*facing* bagian sebaliknya)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
8	<p>1.8 <i>Facing</i> bagian sebaliknya</p> 	<p>1.8.1 Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam.</p> <p>1.8.2 Atur parameter pemakanan.</p> <p>1.8.3 Lakukan pemakanan.</p>	60	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000}{\pi \cdot 25,4} \cdot 60$ $= 752,294$ $= 600$	3	tc = 3 mnt	Lakukan pemakanan sampai permukaan halus dengan panjang $\pm 3$ mm. Sehingga panjang benda 575 mm.

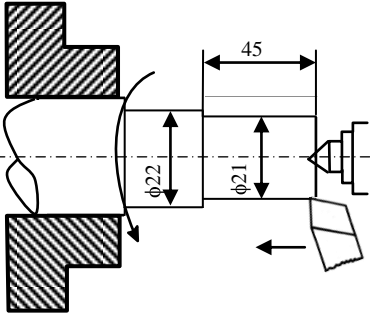
Tabel 17. Langkah kerja proses pembuatan poros tetap pada alat/mesin pengeroll pipa (pengeboran *center* bagian sebaliknya)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
9	1.9 Pengeboran <i>center</i> 	1.9.1 Pasang bor center pada <i>chuck Drill</i> . 1.9.2 Pasang <i>chuck drill</i> pada kepala lepas. 1.9.3 Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam. 1.9.4 Atur parameter pemakanan. 1.9.5 Lakukan pemakanan.	20	0,05	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000 \times 20}{\pi \times 25,4}$ $= 2123,14$ $= 1400$	4	tc = 2 mnt	1. Geser kepala lepas rapat dengan benda kerja. 2. Jepit kepala lepas 3. Atur putaran dan hidupkan <i>spindle</i> mesin. 4. Majukan kepala lepas sampai sampai menyentuh titik bor senter benda kerja. 5. Majukan perlahan-lahan kepermukaan benda kerja sampai $\frac{3}{4}$ dalam dari panjang bor senter. 6. Mundurkan bor senter dan kepala lepas bila kedalaman telah tercapai.

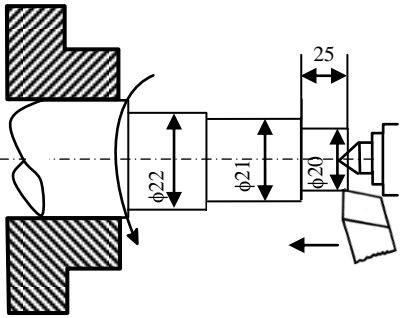
Tabel 18. Langkah kerja proses pembuatan poros tetap pada alat/mesin pengeroll pipa (pembubutan lurus  $\phi$  22 mm bagian sebaliknya)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
10	<p>1.10 Pembubutan lurus</p> 	<p>1.10.1 Pasang senter putar pada kepala lepas.</p> <p>1.10.2 Masukkan senter putar kedalam bagian benda yang telah dilubangi oleh bor senter.</p> <p>1.10.3 Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam.</p> <p>1.10.4 Atur parameter pemakanan dan lakukan pemakanan.</p>	60	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000 \cdot 60}{\pi \cdot 25,4}$ $= 752,2945$ $= 600$	4	$tc = \frac{lt (+ la)}{f \times n}$ $tc = \frac{120 + 5}{0,2 \times 600}$ $= 3,125 \text{ mnt}$	<p>1. Lakukan pemakanan benda dari <math>\phi</math> 25,4 sampai <math>\phi</math> 22 dengan panjang pemakanan 120 mm. dengan 4 kali pemakanan masing masing 0,5mm.</p> <p>2. Pada saat melakukan pembubutan. Pemakan benda dilakukan secara bertahap.</p>

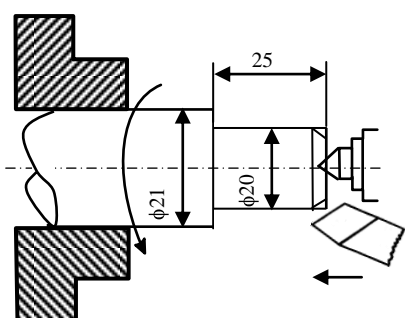
Tabel 19. Langkah kerja proses pembuatan poros tetap pada alat/mesin pengeroll pipa (pembubutan bertingkat  $\phi$  21 mm bagian sebaliknya)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
11	1.11 Pembubutan bertingkat 	1.11.1 Pasang senter putar pada kepala lepas. 1.11.2 Masukkan senter putar kedalam bagian benda yang telah dilubangi oleh bor senter. 1.11.3 Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam. 1.11.4 Atur parameter pemakanan dan lakukan pemakanan.	60	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000 \times 60}{\pi \times 22}$ $= 868,08$ $= 600$	1	$tc = \frac{lt (+ la)}{f \times n}$ $tc = \frac{45 + 5}{0,2 \times 600}$ $= 0,416 \text{ mnt}$	Lakukan pemakanan benda dari $\phi$ 22 sampai $\phi$ 21 dengan panjang pemakanan 45 mm dengan 1 kali pemakanan 0,5 mm.

Tabel 20. Langkah kerja proses pembuatan poros tetap pada alat/mesin pengeroll pipa (pembubutan bertingkat  $\phi$  20 mm bagian sebaliknya)

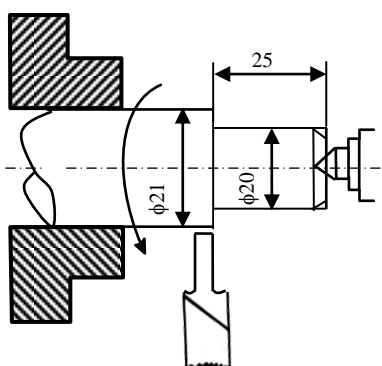
No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
12	1.12 Pembubutan bertingkat 	<p>1.12.1 Pasang senter putar pada kepala lepas.</p> <p>1.12.2 Masukkan senter putar kedalam bagian benda yang telah dilubangi oleh bor senter.</p> <p>1.12.3 Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam.</p> <p>1.12.4 Atur parameter pemakanan dan lakukan pemakanan.</p>	60	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000 \times 60}{\pi \times 21}$ $= 909,914$ $= 600$	1	$tc = \frac{lt (+ la)}{f \times n}$ $tc = \frac{25 + 5}{0,2 \times 600}$ $= 0,25 \text{ mnt}$	Lakukan pemakanan benda dari $\phi$ 21 sampai $\phi$ 20 dengan panjang pemakanan 25 mm. dengan 1 kali pemakanan 0,5 mm.

Tabel 21. Langkah kerja proses pembuatan poros tetap pada alat/mesin pengeroll pipa (proses pembubutan *champer* bagian sebaliknya)

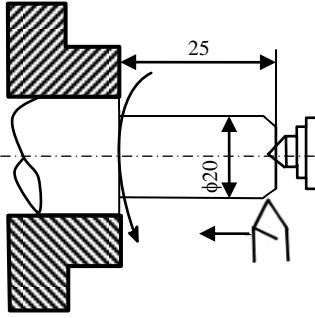
No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ mnt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (menit)	
13	1.13 Pembubutan <i>champer</i>  	1.13.1 Pasang center putar pada kepala lepas. 1.13.2 Masukkan center putar kedalam bagian benda yang telah dilubangi oleh bor senter. 1.13.3 Atur putaran <i>spindel</i> berlawanan dengan jarum jam. 1.13.4 Atur parameter pemakanan. 1.13.5 Lakukan pemakanan.	30	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000}{\pi,14 \cdot 20}$ $= 477,707$ $= 360$	3	tc = 2 mnt	1. Lakukan pembubutan champer pada sisi muka benda kerja sepanjang 3 mm dan membentuk sudut 45°. 2. Pada saat melakukan pembubutan, pemakanan benda dilakukan secara bertahap.



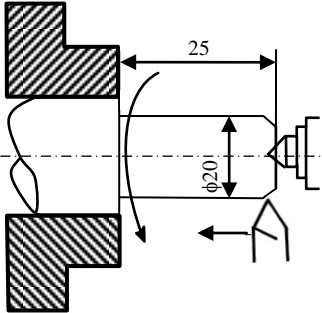
Tabel 22. Langkah kerja proses pembuatan poros tetap pada alat/mesin pengeroll pipa (proses pembubutan alur bagian sebaliknya)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ mnt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (menit)	
14	1.14 Pembubutan alur 	1.14.1 Pasang center putar pada kepala lepas. 1.14.2 Masukan center putar kedalam bagian benda yang telah dilubangi oleh bor senter. 1.14.3 Ganti pahat HSS rata kanan dengan pahat alur. 1.14.4 Atur parameter pemakanan. 1.14.5 Lakukan pemakanan.	60	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000 \times 60}{\pi \times 21}$ $= 909,914$ $= 600$	2,5	tc = 5 mnt	1. Lakukan pembubutan alur $\phi$ 21 mm selebar 4 mm sampai $\phi$ 16 mm atau sedalam 2,5 mm. 2. Pada saat melakukan pengaluran, pemakanan benda dilakukan secara bertahap.

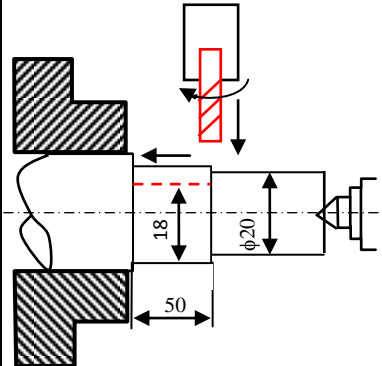
Tabel 23. Langkah kerja proses pembuatan poros tetap pada alat/mesin pengeroll pipa (penguliran M20x2,5)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
15	1.15 Penguliran M20x2,5 	<p>1.13.1 Lepas pahat muka rata kanan.</p> <p>1.13.2 Pasang pahat ulir segitiga.</p> <p>1.13.3 Atur tinggi pahat sejajar dengan senter.</p> <p>1.13.4 Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam.</p> <p>1.13.5 Atur panel pada mesin untuk pembuatan ulir M20x2,5.</p> <p>1.13.6 Atur parameter pemotongan.</p>	20	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000}{1,14 \times 20}$ $= 318$ $= 70$ <p>Karena membubut ulir, maka putarannya dibuat rendah: n = 70 rpm saja.</p>	5	$tc = \frac{lt + la}{f \times n}$ $tc = \frac{25 + 5}{1,2 \times 70}$ $= 25,714 \text{ mnt}$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pitch yang digunakan 2,5. Jadi atur panel kecepatan pada mesin sesuai dengan pitch yang digunakan.</li> <li>2. Cek gang atau kisarnya</li> <li>3. Atur skala eretan pada posisi nol.</li> <li>4. Lakukan pemotongan ulir sampai selesai.</li> <li>5. Tarik mundur pahat tanpa melakukan pemakanan.</li> <li>6. Periksa hasil penguliran.</li> <li>7. Balik benda kerja</li> </ol>

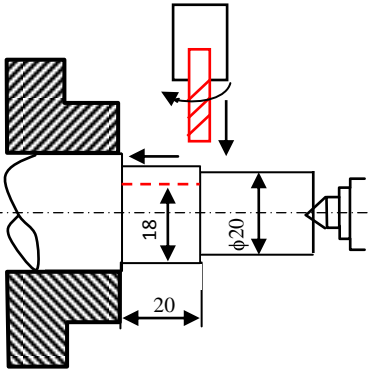
Tabel 24. Langkah kerja proses pembuatan poros tetap pada alat/mesin pengeroll pipa (penguliran M20x2,5 bagian sebaliknya)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
16	<p>1.16 Penguliran M20x2,5</p> 	<p>1.14.1 Lepas pahat muka rata kanan.</p> <p>1.14.2 Pasang pahat ulir segitiga.</p> <p>1.14.3 Atur tinggi pahat sejajar dengan senter.</p> <p>1.14.4 Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam.</p> <p>1.14.5 Atur panel pada mesin untuk pembuatan ulir M20x2,5.</p> <p>1.14.6 Atur parameter pemotongan.</p>	20	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000}{1,14 \times 20}$ $= 318$ $= 70$ <p>Karena membubut ulir, maka putarannya dibuat rendah: n = 70 rpm saja.</p>	5	$tc = \frac{lt (+ la)}{f \times n}$ $tc = \frac{25 + 5}{1,2 \times 600} \times 12$ $= 25,714 \text{ mnt}$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pitch yang digunakan 2,5. Jadi atur panel kecepatan pada mesin sesuai dengan pitch yang digunakan.</li> <li>2. Cek gang atau kisarnya</li> <li>3. Atur skala eretan pada posisi nol.</li> <li>4. Lakukan pemotongan ulir sampai selesai.</li> <li>5. Tarik mundur pahat tanpa melakukan pemakanan.</li> <li>6. Periksa hasil penguliran.</li> </ol>

Tabel 25. Langkah kerja proses pembuatan poros tetap pada alat/mesin pengeroll pipa (pembuatan alur pasak 6 mm)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pengefraisan
			Cs (m/nmt)	f (mm/put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
17	1.17 Pembuatan alur pasak 6 mm pada mesin frais 	1.15.1 pasang pisau <i>end mill cutter</i> $\phi$ 6 mm. 1.15.2 Pasang benda kerja pada cekam mesin frais. 1.15.3 Lakukan penyetelan nol pemakanan 1.15.4 Atur parameter pemakanan 1.15.6 Lakukan pengefraisan alur $\phi$ 6 mm sepanjang 50 mm pada poros $\phi$ 21 mm	$cs = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$ $cs = \frac{6,14 \cdot 6 \cdot 1326}{1000}$ $= 24$	0,2	$n = \frac{1000 \cdot vc}{\pi \cdot d}$ $n = \frac{1000 \cdot 25}{6,14 \cdot 6}$ $= 1326$	3	tc = 15 mnt	1. Lakukan penyetelan nol pemakanan dengan cara menempelkan kertas tipis yang basah pada bidang benda kerja, kemudian lakukan pemakanan sedikit pada bidang kerja yang ditempel tadi. 2. lakukan pengefraisan alur $\phi$ 6 mm sepanjang 50 mm pada poros $\phi$ 21 mm. 3. balik benda kerja.

Tabel 26. Langkah kerja proses pembuatan poros tetap pada alat/mesin pengeroll pipa (pembuatan alur pasak 6 mm, bagian sebaliknya)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pengefraisan
			Cs (m/nmt)	f (mm/put)	n (rpm)	a (mm)	Tc (mnt)	
18	1.18 Pembuatan alur pasak 6 mm pada mesin frais 	<p>1.16.1 pasang pisau <i>end mill cutter</i> <math>\phi</math> 6 mm.</p> <p>1.16.2 Pasang benda kerja pada cekam mesin frais.</p> <p>1.16.3 Lakukan penyetelan nol pemakanan</p> <p>1.16.4 Atur parameter pemakanan</p> <p>1.16.6 Lakukan pengefraisan alur <math>\phi</math> 6 mm sepanjang 20 mm pada poros <math>\phi</math> 21 mm</p>	$cs = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$ $cs = \frac{6,14 \cdot 5 \cdot 1326}{1000}$ $= 24$	0,2	$n = \frac{1000 \cdot vc}{\pi \cdot d}$ $n = \frac{1000 \cdot 15}{6,14 \cdot 21}$ $= 1326$	3	tc = 15 mnt	<p>1. Lakukan penyetelan nol pemakanan dengan cara menempelkan kertas tipis yang basah pada bidang benda kerja, kemudian lakukan pemakanan sedikit pada bidang kerja yang ditempel tadi.</p> <p>2. lakukan pengefraisan alur <math>\phi</math> 6 mm sepanjang 50 mm pada poros <math>\phi</math> 21 mm.</p> <p>3. periksa hasil pengefraisan.</p>

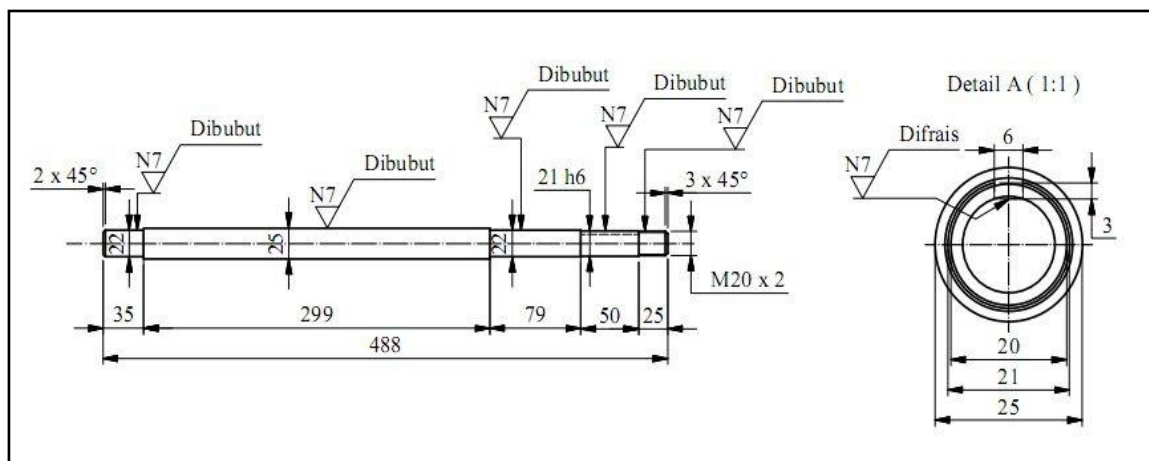


## 2. Pembuatan poros geser pada alat/mesin pengeroll pipa

### a. Identifikasi gambar kerja

Tahap ini merupakan tahap awal sebelum melakukan proses pembuatan poros geser pada alat/mesin pengeroll pipa. Identifikasi gambar kerja sangat perlu dilakukan karena tanpa gambar kerja yang baik, operator akan mengalami kesulitan untuk melakukan produksi.

Gambar kerja harus dapat memberikan informasi dan petunjuk yang lengkap tentang benda yang akan dibuat. Gambar kerja juga harus memiliki keterangan-keterangan pendukung lain yang jelas. Hal tersebut akan memudahkan operator untuk membuat benda sesuai yang diinginkan oleh perancang. Gambar kerja pembuatan poros geser pada alat/mesin pengeroll pipa dapat dilihat pada Gambar 48.



Gambar 48. Poros geser pada alat/mesin pengeroll pipa

### b. Persiapan bahan

Bahan yang diperlukan dalam pembuatan poros geser pada alat/mesin pengeroll sama dengan bahan pada poros tetap, yakni ST 37

yang memiliki kekerasan (*Hardness Brinell* = 105-125 kg/mm<sup>2</sup>) dan kadar karbon 0.20 % (lihat Lampiran 4). Ukuran awal bahan poros geser adalah  $\phi$  25,4 mm x 2000 mm.

c. Mesin yang digunakan

Mesin yang digunakan dalam proses pembuatan poros tetap adalah:

- 1) Mesin gergaji
- 2) Mesin bubut CIA MIX SP 6230 T
- 3) Mesin frais bridgeport

d. Peralatan yang digunakan

Dalam proses pembuatan poros tetap menggunakan beberapa peralatan, diantaranya adalah:

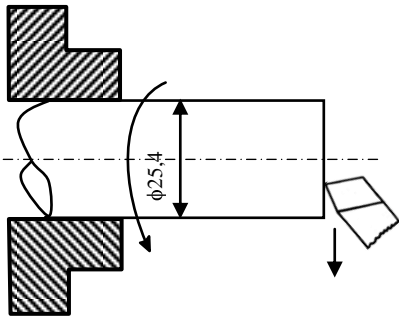
- 1) Pahat bubut HSS rata kanan
- 2) Pahat ulir dan pahat alur
- 3) End mill  $\phi$  5 mm
- 4) Bor center
- 5) Senter putar
- 6) Kunci *chuck* mesin frais dan bubut
- 7) Kunci *chuck drill*
- 8) *Chuck drill*
- 9) Kunci pas 12-13, 14-15
- 10) Bantalan ganjal
- 11) Ragum



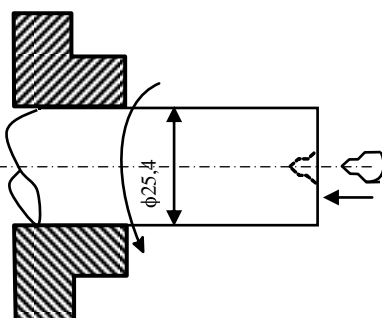
- e. Alat ukur yang digunakan pada proses pembuatan poros tetap adalah jangka sorong dengan ketelitian 0,05 dan mal ulir.
- f. Tindakan keamanan dan keselamatan, meliputi:
  - 1) Jangan merubah kecepatan mesin pada saat mesin sedang berputar
  - 2) Letakan semua alat ukur pada tempat yang aman
  - 3) Memakai pakaian kerja dan alat pelindung diri
  - 4) Jangan membersihkan mesin pada saat mesin sedang beroperasi
  - 5) Selalu menggunakan cairan pendingin ketika proses berlangsung
- g. Langkah pengerjaan (lihat Tabel 22 sampai dengan Tabel 36)

Langkah pengerjaan dan penyetelan mesin pada proses pembuatan poros geser pada hakekatnya sama dengan pembuatan poros tetap, karena bahan, ukuran diameter poros dan ukuran ulir sama. Perbedaan poros geser dengan poros tetap hanya terdapat pada panjang diameter bertingkatnya.

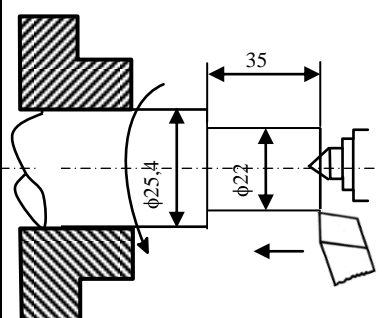
Tabel 27. Langkah kerja proses pembuatan poros geser pada alat/mesin pengeroll pipa (*facing*)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ mnt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (menit)	
1	Pembubutan poros geser  1.1. <i>facing</i> 	1.1.1 Pasang benda kerja pada cekam mesin bubut. 1.1.2 Pasang pahat rata kanan dan atur ujung pahat sama tinggi dengan senter putar. 1.1.3 Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam. 1.1.4 Atur parameter pemotongan.	60	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000 \cdot 60}{\pi \cdot 25,4}$ $= 752,2945$ $= 600$	1	tc = 2 mnt	<i>Facing</i> benda kerja sampai permukaan halus dan rata dengan kedalaman pemakanan (a) 1 mm dengan 2 kali penyayatan masing-masing 0,5 mm.

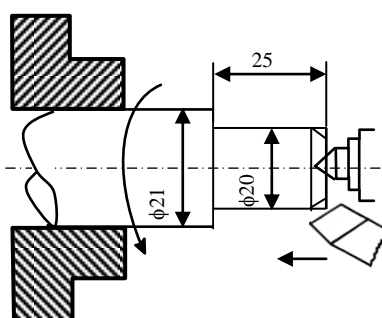
Tabel 28. Langkah kerja proses pembuatan poros geser pada alat/mesin pengeroll pipa (pengeboran *center*)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
2	1.2. Pengeboran <i>center</i> 	1.2.1. Pasang bor center pada <i>chuck drill</i> . 1.2.2. Pasang <i>chuck drill</i> pada kepala lepas. 1.2.3. Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam. 1.2.4. Atur parameter pemakanan. 1.2.5. Lakukan pemakanan.	20	0,05	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000 \cdot 20}{\pi \cdot 25.4}$ $= 2123,14$ $= 1400$	4	tc = 2 mnt	1. Geser kepala lepas rapat dengan benda kerja. 2. Jepit kepala lepas 3. Atur putaran dan hidupkan <i>spindle</i> mesin. 4. Majukan kepala lepas sampai menyentuh titik bor senter benda kerja. 5. Majukan perlahan-lahan kepermukaan benda kerja sampai $\frac{3}{4}$ dalam dari panjang bor senter. 6. Mundurkan bor senter dan kepala lepas bila kedalaman telah tercapai.

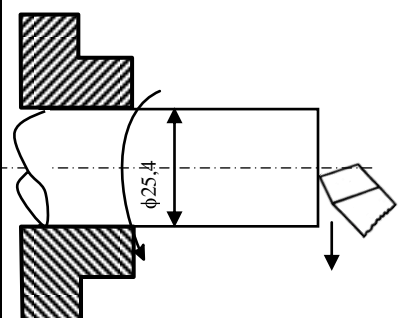
Tabel 29. Langkah kerja proses pembuatan poros geser pada alat/mesin pengeroll pipa (pembubutan lurus  $\phi$  22 mm)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
3	<p>1.3 Pembubutan lurus</p> 	<p>1.3.1 Pasang senter putar pada kepala lepas.</p> <p>1.3.2 Masukkan senter putar kedalam bagian benda yang telah dilubangi oleh bor senter.</p> <p>1.3.3 Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam.</p> <p>1.3.4 Atur parameter pemakanan dan lakukan pemakanan.</p>	60	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000}{\pi \cdot 25,4} \cdot 60$ $= 752,2945$ $= 600$	4	$tc = \frac{lt (+ la)}{f \times n}$ $tc = \frac{35 + 5}{0,2 \times 600} \cdot 4$ $= 1,334 \text{ mnt}$	<p>1. Lakukan pemakanan benda dari <math>\phi</math> 25,4 sampai <math>\phi</math> 22 dengan panjang pemakanan 35 mm. dengan 4 kali pemakanan masing masing 0,5mm.</p> <p>2. Pada saat melakukan pembubutan. Pemakan benda dilakukan secara bertahap.</p>

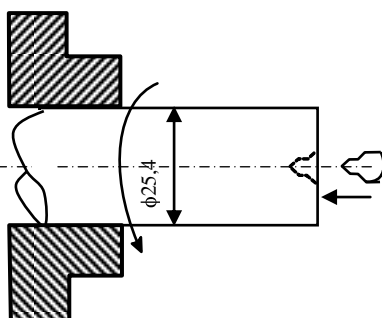
Tabel 30. Langkah kerja proses pembuatan poros geser pada alat/mesin pengeroll pipa (proses pembubutan *champer*)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ mnt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (menit)	
4	1.4 Pembubutan <i>champer</i> 	1.4.1 Pasang center putar pada kepala lepas. 1.4.2 Masukan center putar kedalam bagian benda yang telah dilubangi oleh bor senter. 1.4.3 Atur putaran <i>spindel</i> berlawanan dengan jarum jam. 1.4.4 Atur parameter pemakanan. 1.4.5 Lakukan pemakanan.	30	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000}{\pi \cdot 21}$ $= 477,707$ $= 360$	2	tc = 2 mnt	1. Lakukan pembubutan <i>champer</i> pada sisi muka benda kerja sepanjang 2 mm dan membentuk sudut 45°. 2. Pada saat melakukan pembubutan, pemakanan benda dilakukan secara bertahap. 3. Balik benda kerja

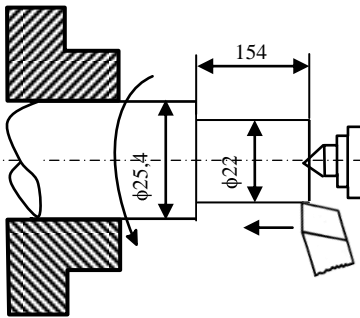
Tabel 31. Langkah kerja proses pembuatan poros geser pada alat/mesin pengeroll pipa (*facing* bagian sebaliknya)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
5	<p>1.5 <i>Facing</i> bagian sebaliknya</p> 	<p>1.5.1 Balik benda kerja</p> <p>1.5.2 Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam.</p> <p>1.5.3 Atur parameter pemakanan.</p> <p>1.5.4 Lakukan pemakanan.</p>	60	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000}{\pi.25,4} \cdot 60$ $= 752,294$ $= 600$	3	tc = 2 mnt	Lakukan pemakanan sampai permukaan halus dengan panjang 3 mm. Sehingga panjang benda 488 mm.

Tabel 32. Langkah kerja proses pembuatan poros geser pada alat/mesin pengeroll pipa (pengeboran *center* bagian sebaliknya)

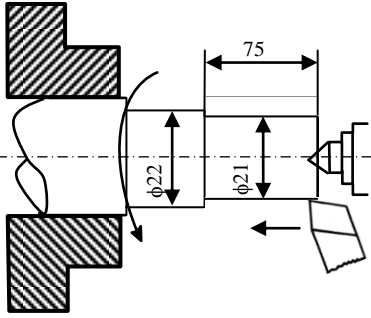
No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
6	1.6 Pengeboran <i>center</i> 	1.6.1 Pasang bor center pada <i>chuck drill</i> . 1.6.2 Pasang <i>chuck drill</i> pada kepala lepas. 1.6.3 Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam. 1.6.4 Atur parameter pemakanan. 1.6.5 Lakukan pemakanan.	20	0,05	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000 \times 20}{\pi \times 25.4}$ $= 2123,14$ $= 1400$	4	tc = 2 mnt	1. Geser kepala lepas rapat dengan benda kerja. 2. Jepit kepala lepas 3. Atur putaran dan hidupkan <i>spindle</i> mesin. 4. Majukan kepala lepas sampai sampai menyentuh titik bor senter benda kerja. 5. Majukan perlahan-lahan kepermukaan benda kerja sampai $\frac{3}{4}$ dalam dari panjang bor senter. 6. Mundurkan bor senter dan kepala lepas bila kedalaman telah tercapai.

Tabel 33. Langkah kerja proses pembuatan poros geser pada alat/mesin pengeroll pipa (pembubutan lurus  $\phi$  22 mm bagian sebaliknya)

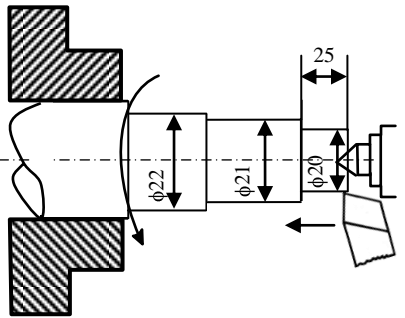
No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
7	<p>1.7 Pembubutan lurus</p> 	<p>1.7.1 Pasang senter putar pada kepala lepas.</p> <p>1.7.2 Masukkan senter putar kedalam bagian benda yang telah dilubangi oleh bor senter.</p> <p>1.7.3 Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam.</p> <p>1.7.4 Atur parameter pemakanan dan lakukan pemakanan.</p>	60	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000}{\pi \cdot 22} \cdot 60$ $= 752,2945$ $= 600$	4	$tc = \frac{lt (+ la)}{f \times n}$ $tc = \frac{154 + 5}{0,2 \times 600} \cdot 4$ $= 5,3 \text{ mnt}$	<p>1. Lakukan pemakanan benda dari <math>\phi</math> 25,4 sampai <math>\phi</math> 22 dengan panjang pemakanan 154 mm. dengan 4 kali pemakanan masing masing 0,5mm.</p> <p>2. Pada saat melakukan pembubutan. Pemakan benda dilakukan secara bertahap.</p>



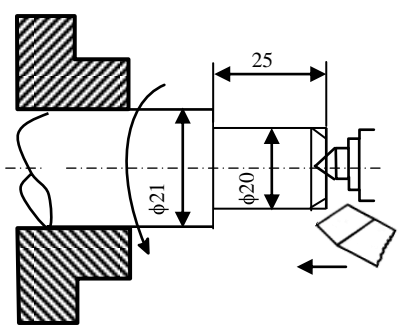
Tabel 34. Langkah kerja proses pembuatan poros geser pada alat/mesin pengeroll pipa (pembubutan bertingkat  $\phi$  21 mm)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
8	<p>1.8 Pembubutan bertingkat</p> 	<p>1.8.1 Pasang senter putar pada kepala lepas.</p> <p>1.8.2 Masukkan senter putar kedalam bagian benda yang telah dilubangi oleh bor senter.</p> <p>1.8.3 Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam.</p> <p>1.8.4 Atur parameter pemakanan dan lakukan pemakanan.</p>	60	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000 \times 60}{\pi \times 22}$ $= 868,08$ $= 600$	1	$tc = \frac{lt (+ la)}{f \times n}$ $tc = \frac{75 + 5}{0,2 \times 600}$ $= 0,667 \text{ mnt}$	Lakukan pemakanan benda dari $\phi$ 22 sampai $\phi$ 21 dengan panjang pemakanan 75 mm dengan 1 kali pemakanan 0,5 mm.

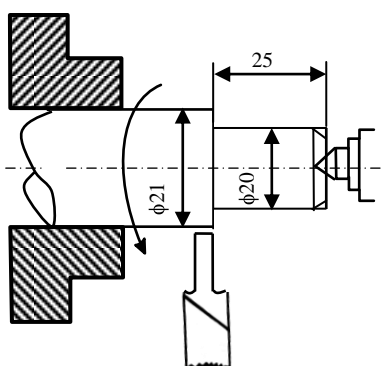
Tabel 35. Langkah kerja proses pembuatan poros geser pada alat/mesin pengeroll pipa (pembubutan bertingkat  $\phi$  20 mm)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
9	<p>1.9 Pembubutan bertingkat</p> 	<p>1.9.1 Pasang senter putar pada kepala lepas.</p> <p>1.9.2 Masukkan senter putar kedalam bagian benda yang telah dilubangi oleh bor senter.</p> <p>1.9.3 Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam.</p> <p>1.9.4 Atur parameter pemakanan dan lakukan pemakanan.</p>	60	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000}{\pi \cdot 20}$ $= 909,914$ $= 600$	1	$tc = \frac{lt (+ la)}{f \times n}$ $tc = \frac{25 + 5}{0,2 \times 600}$ $= 0,25 \text{ mnt}$	Lakukan pemakanan benda dari $\phi$ 21 sampai $\phi$ 20 dengan panjang pemakanan 25 mm. dengan 1 kali pemakanan 0,5 mm.

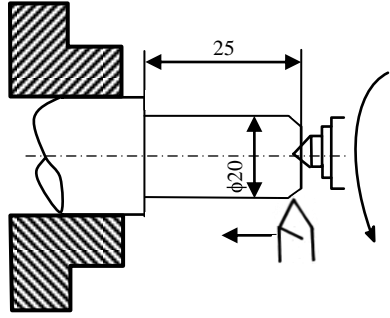
Tabel 36. Langkah kerja proses pembuatan poros geser pada alat/mesin pengeroll pipa (proses pembubutan *champer* bagian sebaliknya)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ mnt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (menit)	
10	1.10 Pembubutan <i>champer</i>  	1.10.1 Pasang center putar pada kepala lepas. 1.10.2 Masukkan center putar kedalam bagian benda yang telah dilubangi oleh bor senter. 1.10.3 Atur putaran <i>spindel</i> berlawanan dengan jarum jam. 1.10.4 Atur parameter pemakanan. 1.10.5 Lakukan pemakanan.	30	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000}{3,14 \cdot 20}$ $= 477,707$ $= 360$	3	tc = 2 mnt	1. Lakukan pembubutan <i>champer</i> pada sisi muka benda kerja sepanjang 3 mm dan membentuk sudut 45°. 2. Pada saat melakukan pembubutan, pemakanan benda dilakukan secara bertahap.

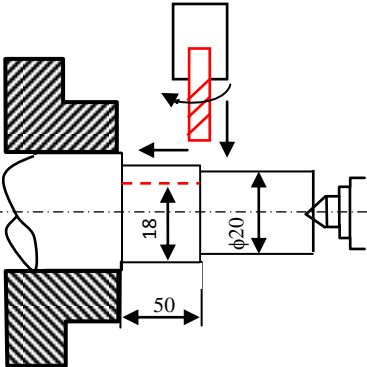
Tabel 37. Langkah kerja proses pembuatan poros tetap pada alat/mesin pengeroll pipa (proses pembubutan alur)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ mnt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (menit)	
11	1.11 Pembubutan alur 	1.11.1 Pasang center putar pada kepala lepas. 1.11.2 Masukkan center putar kedalam bagian benda yang telah dilubangi oleh bor senter. 1.11.3 Atur putaran <i>spindel</i> berlawanan dengan jarum jam. 1.11.4 Atur parameter pemakanan. 1.11.5 Lakukan pemakanan.	60	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000 \times 60}{\pi \times 21}$ $= 909,914$ $= 600$	2,5	tc = 5 mnt	1. Lakukan pembubutan alur $\phi$ 21 mm selebar 4 mm sampai $\phi$ 16 mm atau sedalam 2,5 mm. 2. Pada saat melakukan pengaluran, pemakanan benda dilakukan secara bertahap. 3. Balik benda kerja

Tabel 38. Langkah kerja proses pembuatan poros geser pada alat/mesin pengeroll pipa (penguliran M20x2,5)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
12	1.12 Penguliran M20x2,5  	1.12.1 Lepas pahat muka rata kanan. 1.12.2 Pasang pahat ulir segitiga. 1.12.3 Atur tinggi pahat sejajar dengan senter. 1.12.4 Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam. 1.12.5 Atur panel pada mesin untuk pembuatan ulir segitiga. 1.12.6 Atur parameter pemotongan.	20	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000}{6,14 \times 20}$ $= 318$ $= 70$ <p>Karena membubut ulir, maka putarannya dibuat rendah: n = 70 rpm saja.</p>	5	$tc = \frac{lt (+ la)}{f \times n}$ $tc = \frac{25 + 5}{0,2 \times 70} = 12$ $= 25,714 \text{ mnt}$	1. Pitch yang digunakan 2,5. Jadi atur panel kecepatan pada mesin sesuai dengan pitch yang digunakan. 2. Cek gang atau kisarnya 3. Atur skala eretan pada posisi nol. 4. Lakukan pemotongan ulir sampai selesai. 5. Tarik mundur pahat tanpa melakukan pemakanan. 6. Periksa hasil penguliran. 7. Balik benda kerja

Tabel 39. Langkah kerja proses pembuatan poros geser pada alat/mesin pengeroll pipa (pembuatan alur pasak 6 mm)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/nmt)	f (mm/put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
13	<p>1.13 Pembuatan alur slot 6 mm pada mesin frais</p> 	<p>1.13.1 pasang pisau <i>end mill cutter</i> φ 6 mm.</p> <p>1.13.2 Pasang benda kerja pada cekam mesin frais.</p> <p>1.13.3 Lakukan penyetelan nol pemakanan</p> <p>1.13.4 Atur parameter pemakanan</p> <p>1.13.6 Lakukan pengefraisan alur φ 6 mm sepanjang 50 mm pada poros φ 21 mm</p>	$cs = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$ $cs = \frac{6,14 \cdot 6 \cdot 326}{1000}$ $= 24$	0,2	$n = \frac{1000 \cdot vc}{\pi \cdot d}$ $n = \frac{1000 \cdot 25}{6,14 \cdot 6}$ $= 1326$	3	tc = 15 mnt	<p>1. Lakukan penyetelan nol pemakanan dengan cara menempelkan kertas tipis yang basah pada bidang benda kerja, kemudian lakukan pemakanan sedikit pada bidang kerja yang ditempel tadi.</p> <p>2. lakukan pengefraisan alur φ 6 mm sepanjang 50 mm pada poros φ 21 mm.</p> <p>3. periksa hasil alur pengefraisan.</p>

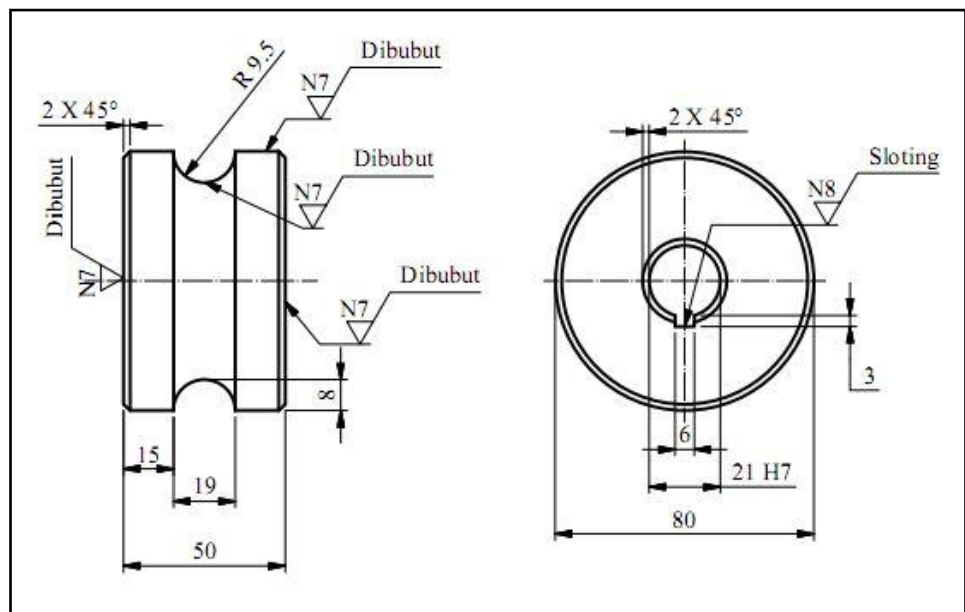


### 3. Pembuatan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa

#### a. Identifikasi Gambar kerja

Tahap ini merupakan tahap awal sebelum melakukan proses pembuatan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa. Identifikasi gambar kerja sangat perlu dilakukan karena tanpa gambar kerja yang baik, akan mengalami kesulitan untuk melakukan produksi.

Gambar kerja harus dapat memberikan informasi dan petunjuk yang lengkap tentang benda yang akan dibuat. Gambar kerja juga harus memiliki keterangan-keterangan pendukung lain yang jelas. Hal tersebut akan memudahkan operator dan dapat membuat benda sesuai dengan yang diinginkan oleh perancang. Gambar kerja pembuatan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa dapat dilihat pada Gambar 49.



Gambar 49. *Roller* pada alat/mesin pengeroll pipa



b. Persiapan bahan

Bahan yang diperlukan dalam pembuatan *roller* pada alat/mesin pengeroll sama dengan bahan pada poros, yakni ST 37 yang memiliki kekerasan (*Hardness Brinell* = 105-125 kg/mm<sup>2</sup>) dan kadar karbon 0.20 % (lihat Lampiran 4). Ukuran awal bahan *roller* adalah  $\phi$  100 mm x 200 mm.

c. Mesin yang digunakan

Mesin yang digunakan dalam proses pembuatan *roller* adalah:

- 1) Mesin gergaji
- 2) Mesin bubut CIA MIX SP 6230 T
- 3) Mesin slotting

d. Peralatan yang digunakan

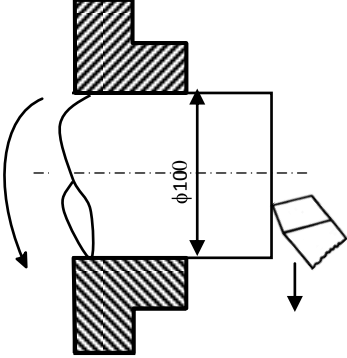
Dalam proses pembuatan *roller* menggunakan beberapa peralatan, diantaranya adalah:

- 1) Pahat bubut HSS rata kanan
- 2) Pahat mesin slot lebar 6 mm
- 3) Pahat radius 5 mm
- 4) Bor center
- 5) Senter putar
- 6) Kunci *chuck* mesin bubut dan mesin slotting
- 7) Mata bor  $\phi$  6 mm,  $\phi$  10 mm,  $\phi$  15 mm,  $\phi$  21 mm
- 8) *Chuck drill* dan kunci kunci *chuck drill*
- 9) Kunci pas 12-13, 14-15

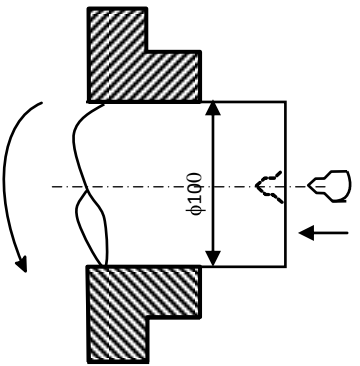
- e. Alat ukur yang digunakan pada proses pembuatan *roller* adalah jangka sorong dengan ketelitian 0,05.
- f. Tindakan keamanan dan keselamatan, meliputi:
  - 1) Jangan merubah kecepatan mesin pada saat mesin sedang berputar
  - 2) Letakan semua alat ukur pada tempat yang aman
  - 3) Memakai pakaian kerja dan alat pelindung diri
  - 4) Jangan membersihkan mesin pada saat mesin sedang beroperasi
  - 5) Selalu menggunakan cairan pendingin ketika proses berlangsung
- g. Penyetelan mesin dan langkah pengerjaan (lihat Tabel 37 sampai dengan Tabel 49)

Langkah pengerjaan dan penyetelan mesin pada proses pembuatan *roller* pada hakekatnya sama dengan pembuatan poros karena bahan sama-sama menggunakan ST 37. Perbedaan pembuatan *roller* dengan poros yakni melewati proses *slotting*.

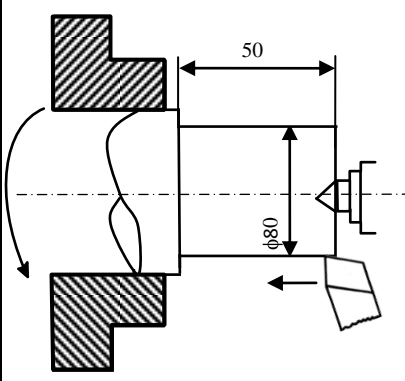
Tabel 40. Langkah kerja proses pembuatan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa (*facing*)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ mnt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (menit)	
1	Pembubutan poros <i>roller</i> 1.1. <i>facing</i> 	1.1.1 Pasang benda kerja pada cekam mesin bubut. 1.1.2 Pasang pahat rata kanan dan atur ujung pahat sama tinggi dengan senter putar. 1.1.3 Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam. 1.1.4 Atur parameter pemotongan. 1.1.5 Lakukan pemakanan.	60	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000 \times 60}{\pi \times 100}$ $= 191,082$ $= 200$	1	tc = 2 mnt	<i>Facing</i> benda kerja sampai permukaan halus dan rata dengan kedalaman pemakanan (a) 1 mm dengan 2 kali penyayatan masing-masing 0,5 mm.

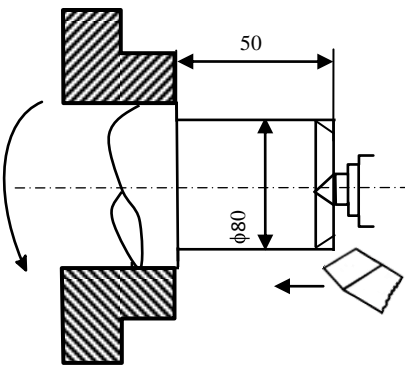
Tabel 41. Langkah kerja proses pembuatan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa (pengeboran *center*)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
2	1.2. Pengeboran <i>center</i>  	1.2.1. Pasang bor center pada <i>chuck drill</i> . 1.2.2. Pasang <i>chuck drill</i> pada kepala lepas. 1.2.3. Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam. 1.2.4. Atur parameter pemakanan. 1.2.5. Lakukan pemakanan.	20	0,05	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000 \times 20}{\pi \times 100}$ $= 2123,14$ $= 1400$	4	tc = 2 mnt	1. Geser kepala lepas rapat dengan benda kerja. 2. Jepit kepala lepas 3. Atur putaran dan hidupkan <i>spindle</i> mesin. 4. Majukan kepala lepas sampai menyentuh titik bor senter benda kerja. 5. Majukan perlahan-lahan kepermukaan benda kerja sampai $\frac{3}{4}$ dalam dari panjang bor senter. 6. Mundurkan bor senter dan kepala lepas bila kedalaman telah tercapai.

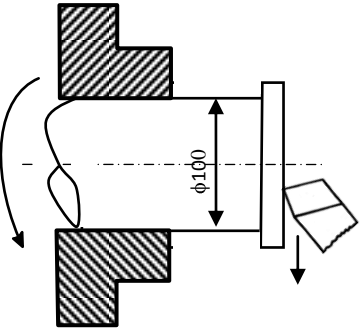
Tabel 42. Langkah kerja proses pembuatan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa (pembubutan lurus  $\phi$  80 mm)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
3	<p>1.3 Pembubutan lurus</p> 	<p>1.3.1 Pasang senter putar pada kepala lepas.</p> <p>1.3.2 Masukkan senter putar kedalam bagian benda yang telah dilubangi oleh bor senter.</p> <p>1.3.3 Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam.</p> <p>1.3.4 Atur parameter pemakanan dan lakukan pemakanan.</p>	60	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000 \times 60}{\pi \times 80}$ $= 191,082$ $= 200$	20	$tc = \frac{lt + la}{f \times n}$ $tc = \frac{50 + 5}{0,2 \times 200}$ $= 27,5 \text{ mnt}$	<p>1. Lakukan pemakanan benda dari <math>\phi</math> 100 mm sampai <math>\phi</math> 80 mm dengan panjang pemakanan 50 mm, dengan 20 kali pemakanan masing masing 0,5mm.</p> <p>2. Pada saat melakukan pembubutan. Pemakan benda dilakukan secara bertahap.</p>

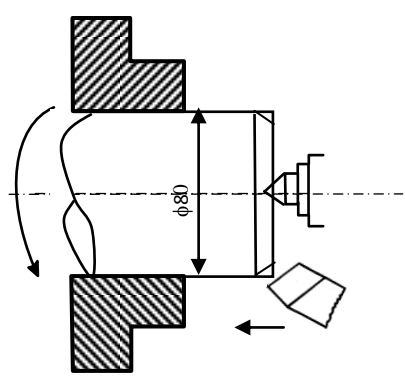
Tabel 43. Langkah kerja proses pembuatan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa (proses pembubutan *champer*)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ mnt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (menit)	
4	1.4 Pembubutan <i>champer</i> 	1.4.1 Pasang center putar pada kepala lepas. 1.4.2 Masukkan center putar kedalam bagian benda yang telah dilubangi oleh bor senter. 1.4.3 Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam. 1.4.4 Atur parameter pemakanan. 1.4.5 Lakukan pemakanan.	30	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000}{3,14} \cdot \frac{30}{80}$ $= 119,426$ $= 200$	2	tc = 2 mnt	1. Lakukan pembubutan <i>champer</i> pada sisi muka benda kerja sepanjang 2 mm dan membentuk sudut 45°. 2. Balik benda kerja

Tabel 44. Langkah kerja proses pembuatan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa (*facing* bagian sebaliknya)

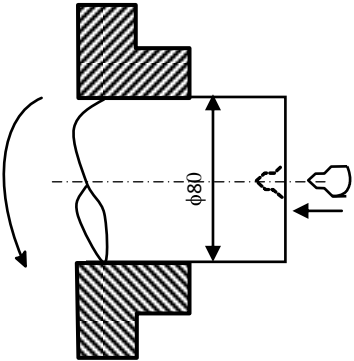
No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
5	1.5 <i>Facing</i> bagian sebaliknya 	1.5.1 Atur putaran spindle berlawanan dengan jarum jam. 1.5.2 Atur parameter pemakanan. 1.5.3 Lakukan pemakanan.	60	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000 \times 60}{\pi \times 100}$ $= 191,082$ $= 200$	3	tc = 2 mnt	Lakukan pemakanan sampai permukaan halus dengan panjang 3 mm. Sehingga panjang benda 50 mm.

Tabel 45. Langkah kerja proses pembuatan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa (proses pembubutan *champer* bagian sebaliknya)

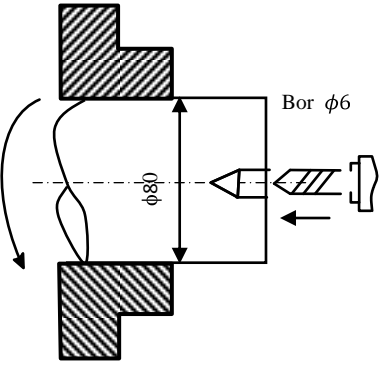
No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ mnt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (menit)	
6	1.6 Pembubutan <i>champer</i> 	1.6.1 Pasang center putar pada kepala lepas. 1.6.2 Masukkan center putar kedalam bagian benda yang telah dilubangi oleh bor senter. 1.6.3 Atur putaran <i>spindel</i> berlawanan dengan jarum jam. 1.6.4 Atur parameter pemakanan. 1.6.5 Lakukan pemakanan.	30	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000}{3,14 \times 80}$ $= 119,426$ $= 200$	2	tc = 2 mnt	Lakukan pembubutan <i>champer</i> pada sisi muka benda kerja sepanjang 2 mm dan membentuk sudut 45°.



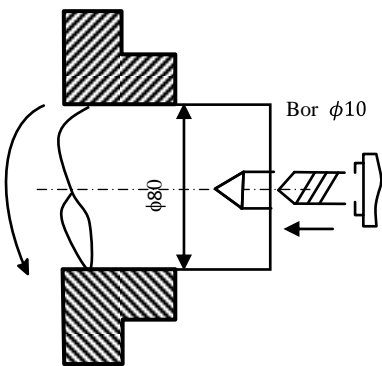
Tabel 46. Langkah kerja proses pembuatan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa (pengeboran *center* bagian sebaliknya)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
7	1.7 Pengeboran <i>center</i>  	1.7.1 Pasang bor center pada <i>chuck drill</i> . 1.7.2 Pasang <i>chuck drill</i> pada kepala lepas. 1.7.3 Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam. 1.7.4 Atur parameter pemakanan. 1.7.5 Lakukan pengeboran.	20	0,05	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000 \times 20}{\pi \times 80}$ $= 2123,14$ $= 1400$	4	tc = 2 mnt	1. Geser kepala lepas rapat dengan benda kerja. 2. Jepit kepala lepas 3. Atur putaran dan hidupkan <i>spindle</i> mesin. 4. Majukan kepala lepas sampai sampai menyentuh titik bor senter benda kerja. 5. Majukan perlahan-lahan kepermukaan benda kerja sampai $\frac{3}{4}$ dalam dari panjang bor senter. 6. Mundurkan bor senter dan kepala lepas bila kedalaman telah tercapai.

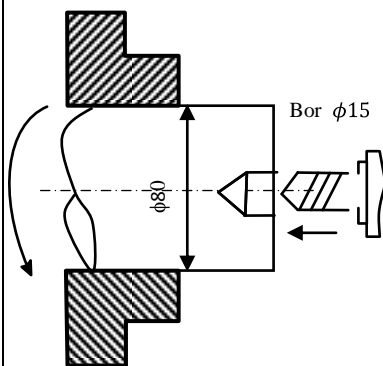
Tabel 47. Langkah kerja proses pembuatan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa (pengeboran  $\phi$  6 mm)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
8	1.8 Pengeboran $\phi$ 6 mm 	1.8.1 Pasang bor center pada <i>chuck drill</i> . 1.8.2 Pasang <i>chuck drill</i> pada kepala lepas. 1.8.3 Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam. 1.8.4 Atur parameter pemakanan. 1.8.5 Lakukan pengeboran.	20	0,15	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000 \cdot 20}{\pi \cdot 6}$ $= 1061,571$ $= 1000$	50	$tc = \frac{lt (+ la)}{2xf \times n}$ $tc = \frac{60 + 5}{6 \times 0,15 \times 1000}$ $= 0,18 \text{ mnt}$	1. Geser kepala lepas rapat dengan benda kerja. 2. Jepit kepala lepas 3. Atur putaran dan hidupkan <i>spindle</i> mesin. 4. Majukan kepala lepas sampai sampai menyentuh titik bor senter benda kerja. 5. Majukan perlahan-lahan kepermukaan benda kerja sampai $\frac{3}{4}$ dalam dari panjang bor senter. 6. Mundurkan bor senter dan kepala lepas bila kedalaman telah tercapai.

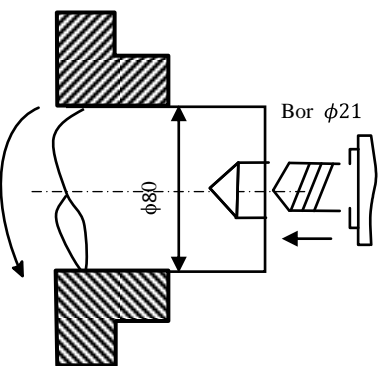
Tabel 48. Langkah kerja proses pembuatan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa (pengeboran  $\phi$  10 mm)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
9	1.9 Pengeboran $\phi$ 10 mm  	1.9.1 Pasang bor center pada <i>chuck drill</i> . 1.9.2 Pasang <i>chuck drill</i> pada kepala lepas. 1.9.3 Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam. 1.9.4 Atur parameter pemakanan. 1.9.5 Lakukan pengeboran.	20	0,17	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000 \times 20}{\pi \times 80}$ $n = \frac{20000}{251,32741228718345}$ $n = 79,57747154594767$ $n = 80$	50	$tc = \frac{lt + la}{2xf \times n}$ $tc = \frac{100 + 5}{2 \times 0,17 \times 80}$ $tc = \frac{105}{27,2}$ $tc = 3,860330882352941$ $tc = 3,86$	1. Geser kepala lepas rapat dengan benda kerja. 2. Jepit kepala lepas 3. Atur putaran dan hidupkan <i>spindle</i> mesin. 4. Majukan kepala lepas sampai sampai menyentuh titik bor senter benda kerja. 5. Majukan perlahan-lahan kepermukaan benda kerja sampai $\frac{3}{4}$ dalam dari panjang bor senter. 6. Mundurkan bor senter dan kepala lepas bila kedalaman telah tercapai.

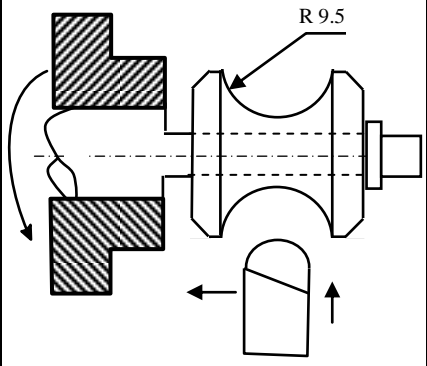
Tabel 49. Langkah kerja proses pembuatan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa (pengeboran  $\phi$  15 mm)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
10	1.10 Pengeboran $\phi$ 15 mm  	1.10.1 Pasang bor center pada <i>chuck drill</i> . 1.10.2 Pasang <i>chuck drill</i> pada kepala lepas. 1.10.3 Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam. 1.10.4 Atur parameter pemakanan. 1.10.5 Lakukan pengeboran.	20	0,23	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000}{\pi \cdot 15}$ $= 424,628$ $= 360$	50	$tc = \frac{lt + la}{2xf \times n}$ $tc = \frac{60 + 5}{2 \times 0,23 \times 1000}$ $= 0,12 \text{ mnt}$	1. Geser kepala lepas rapat dengan benda kerja. 2. Jepit kepala lepas 3. Atur putaran dan hidupkan <i>spindle</i> mesin. 4. Majukan kepala lepas sampai sampai menyentuh titik bor senter benda kerja. 5. Majukan perlahan-lahan kepermukaan benda kerja sampai $\frac{3}{4}$ dalam dari panjang bor senter. 6. Mundurkan bor senter dan kepala lepas bila kedalaman telah tercapai.

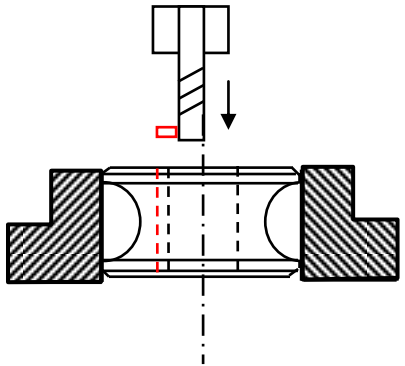
Tabel 50. Langkah kerja proses pembuatan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa (pengeboran  $\phi$  21 mm)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
11	1.11. Pengeboran $\phi$ 21 mm  	1.11.1 Pasang bor center pada <i>chuck drill</i> . 1.11.2 Pasang <i>chuck drill</i> pada kepala lepas. 1.11.3 Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam. 1.11.4 Atur parameter pemakanan. 1.11.5 Lakukan pengeboran.	20	0,3	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000}{\phi 14 \phi 1}$ $= 303,306$ $= 360$	50	$tc = \frac{lt (+ la)}{2xf \times n}$ $tc = \frac{\phi 0 + 5}{\phi 0,3 \times 1000}$ $= 0,1 \text{ mnt}$	1. Geser kepala lepas rapat dengan benda kerja. 2. Jepit kepala lepas 3. Atur putaran dan hidupkan <i>spindle</i> mesin. 4. Majukan kepala lepas sampai sampai menyentuh titik bor senter benda kerja. 5. Majukan perlahan-lahan kepermukaan benda kerja sampai $\frac{3}{4}$ dalam dari panjang bor senter. 6. Mundurkan bor senter dan kepala lepas bila kedalaman telah tercapai.

Tabel 51. Langkah kerja proses pembuatan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa (pembubutan radius 9,5)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
12	1.12 Pembubutan radius 	1.12.1 Pasang pahat radius 10 mm 1.12.2 Pasang benda kerja pada <i>mandrel</i> $\phi$ 21 mm. Masukkan senter putar kedalam <i>mandrel</i> yang telah dilubangi oleh bor senter. 1.12.3 Atur putaran <i>spindle</i> berlawanan dengan jarum jam. 1.12.4 Atur parameter pemakanan dan lakukan pemakanan.	60	0,2	$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$ $n = \frac{1000 \times 60}{\pi \times 21}$ $= 238,853$ $= 220$	9,5	$tc = \frac{lt (+ la)}{f \times n}$ $tc = \frac{9 + 5}{0,2 \times 220} \times 20$ $= 10,909 \text{ mnt}$	1. Lakukan pembubutan radius 9,5 mm pada <i>roller</i> $\phi$ 80 dengan 20 kali pemakanan masing masing 0,25mm. 2. Pada saat melakukan pembubutan radius mulai dari tengah menyayat ke depan lalu lakukan penyayatan ke kanan dan kekiri.

Tabel 52. Langkah kerja proses pembuatan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa (Pembuatan alur slot 6 mm)

No	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah kerja	Parameter Pemesinan					Keterangan proses pembubutan
			Cs (m/ nmt)	f (mm/ put)	n (rpm)	a (mm)	tc (mnt)	
13	<p>1.13 Pembubutan alur slot 6 mm pada mesin slotting.</p> 	<p>1.13.1 Pasang pahat alur lebar 6 mm.</p> <p>1.13.2 Pasang benda kerja pada cekam mesin slotting.</p> <p>1.13.3 Lakukan penyetelan benda kerja berada di atas pahat alur jangan sampai saat pahat turun ke bawah menabrak benda kerja.</p> <p>1.13.4 Atur parameter pemakanan dan lakukan pemakanan.</p>	30	0,5	n = 18	50	tc = 10 mnt	<p>1. Lakukan pemakanan benda dari <math>\phi</math> 25,4 sampai <math>\phi</math> 22 dengan panjang pemakanan 35 mm. dengan 4 kali pemakanan masing masing 0,25 mm.</p> <p>2. Pada saat melakukan pembubutan. Pemakan benda dilakukan secara bertahap.</p>

### C. Waktu Proses Pembuatan

#### 1. Waktu proses pemesinan poros tetap (lihat Tabel 53)

Waktu pemesinan poros tetap seperti telah diuraikan pada visualisasi langkah kerja di atas adalah waktu secara teoritis. Waktu pemesinan untuk pembuatan poros tetap pada alat/mesin pengeroll pipa secara teoritis adalah 112,844 menit, tetapi waktu teoritis di atas berbeda dengan waktu nyata proses pemesinan poros tetap alat/mesin pengeroll pipa. Waktu nyata proses pemesinan pembuatan poros tetap dapat dilihat pada Tabel 53.

Tabel 53. Waktu proses pemesinan berlangsung pada poros tetap

No	Langkah Pengerjaan	Waktu Nyata
1	Persiapan bahan, alat dan mesin	15 menit
2	Setting mesin	10 menit
3	Bubut <i>facing</i> sisi 1	5 menit
4	Pengeboran senter	4 menit
5	Pembubutan lurus $\phi$ 22 mm	25 menit
6	Pembubutan bertingkat $\phi$ 21 mm	20 menit
7	Pembubutan bertingkat $\phi$ 20 mm	15 menit
8	Pembubutan <i>champer</i>	5 menit
9	Pembubutan alur	5 menit
10	Bubut <i>facing</i> sisi 2	5 menit
11	Pengeboran senter sisi 2	4 menit
12	Pembubutan lurus $\phi$ 22 mm	25 menit
13	Pembubutan bertingkat $\phi$ 21 mm	20 menit
14	Pembubutan bertingkat $\phi$ 20 mm	15 menit
15	Pembubutan <i>champer</i>	5 menit
16	Penguliran M20x2,5 sisi 1	70menit
17	Pembubutan alur	5 menit
18	Penguliran M20x2,5 sisi 2	70menit
19	Pembuatan alu slot 6 mm sisi 1	20 menit
20	Pembuatan alu slot 6 mm sisi 2	20 menit
<b>Total Waktu</b>		<b>353 menit</b>



## 2. Waktu proses pemesinan poros geser (lihat Tabel 54)

Tabel 54. Waktu proses pemesinan berlangsung pada poros geser

No	Langkah Pengerjaan	Waktu Nyata
1	Persiapan bahan, alat dan mesin	15 menit
2	Setting mesin	10 menit
3	Bubut <i>facing</i> sisi 1	5 menit
4	Pengeboran senter	4 menit
5	Pembubutan lurus $\phi$ 80 mm	20 menit
6	Pembubutan <i>champer</i>	5 menit
7	Bubut <i>facing</i> sisi 2	5 menit
8	Pengeboran senter sisi 2	4 menit
9	Pembubutan lurus $\phi$ 22 mm	30 menit
10	Pembubutan bertingkat $\phi$ 21 mm	20 menit
11	Pembubutan bertingkat $\phi$ 20 mm	15 menit
12	Pembubutan <i>champer</i> sisi 2	5 menit
13	Pembubutan alur	5 menit
14	Penguliran M20x2,5	70menit
15	Pembuatan alu slot 6 mm	25 menit
<b>Total Waktu</b>		228 menit

## 3. Waktu proses pemesinan *roller* (lihat Tabel 55)

Tabel 55. Waktu proses pemesinan berlangsung pada *roller*

No	Langkah Pengerjaan	Waktu Nyata
1	Persiapan bahan, alat dan mesin	15 menit
2	Setting mesin	10 menit
1	Bubut <i>facing</i> sisi 1	5 menit
2	Pengeboran senter	4 menit
3	Pembubutan lurus $\phi$ 80 mm	40 menit
4	Pembubutan <i>champer</i> sisi 1	5 menit
5	Bubut <i>facing</i> sisi 2	5 menit
6	Pembubutan <i>champer</i> sisi 2	5 menit
7	Pengeboran senter sisi 2	4 menit
8	Pengeboran $\phi$ 6 mm	10 menit
9	Pengeboran $\phi$ 10 mm	10 menit
10	Pengeboran $\phi$ 15 mm	10 menit
11	Pengeboran $\phi$ 21 mm	10 menit
12	Pembubutan radius 9,5	35 menit
13	Pembuatan alur slot 6 mm	25 menit
<b>Total Waktu</b>		183 menit

#### D. Uji Geometrik

Uji geometrik poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa ini dilakukan untuk mengetahui apakah dimensi pada komponen tersebut sesuai dengan yang direncanakan atau tidak. Uji geometrik pada poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa dilakukan dengan menggunakan jangka sorong dan *micrometer*.

Hasil pengukuran poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa dapat dilihat pada Tabel 56, Tabel 57, dan Tabel 58.

Tabel 56. Hasil pengukuran poros tetap A dan B pada alat/mesin pengeroll pipa

No	Dimensi poros tetap pada gambar kerja	Hasil pengukuran poros tetap A	Go	No Go	Hasil pengukuran poros tetap B	Go	No Go
1	Champer 3x45°	Champer 3x45°	V	-	Champer 3x45°	V	-
2	Ulir M 20x2,5 sepanjang 25 mm	Ulir M 20x2,5 sepanjang 25,15 mm	-	V	Ulir M 20x2,5 sepanjang 25,10 mm	V	-
3	Alur 4 mm	3,95 mm	V	-	3,90mm	-	V
4	$\phi$ 21 sepanjang 16 mm	$\phi$ 21 sepanjang 16,10 mm	V	-	$\phi$ 21 sepanjang 16,10 mm	V	-
5	$\phi$ 22 sepanjang 75 mm	$\phi$ 22,10 sepanjang 75,20 mm	-	V	$\phi$ 22,05 sepanjang 75,10 mm	V	-
6	$\phi$ 25,4 sepanjang 575 mm	$\phi$ 25,4 sepanjang 575,30 mm	V	-	$\phi$ 25,4 sepanjang 575,20 mm	V	-
7	$\phi$ 22 sepanjang 75 mm	$\phi$ 22 sepanjang 74,95 mm	V	-	$\phi$ 22 sepanjang 74,90 mm	V	-
8	$\phi$ 21 sepanjang 46 mm	$\phi$ 21 sepanjang 46,05 mm	V	-	$\phi$ 21 sepanjang 46,15 mm	V	-
9	Alur 4 mm	4,05 mm	V	-	3,90 mm	-	V
10	Ulir M 20x2,5 sepanjang 25 mm	Ulir M 20x2,5 sepanjang 25,10 mm	V	-	Ulir M 20x2,5 sepanjang 25,15 mm	-	V
11	Champer 3x45°	Champer 3x45°	V	-	Champer 3x45°	V	-
12	Alur pasak $\phi$ 6 dalam 3 mm panjang 46 mm	6 mm x 3,10 mm x 45,90 mm	-	V	6 mm x 2,95 mm x 45,85 mm	-	V

Tabel 57. Hasil pengukuran poros geser pada alat/mesin pengeroll pipa

No.	Dimensi poros geser pada gambar kerja	Hasil pengukuran poros geser	Go	No Go
1	Champer 2x45°	Champer 3x45°	V	-
2	$\phi$ 22 sepanjang 35 mm	$\phi$ 22,05 sepanjang 35,05 mm	V	-
3	$\phi$ 25,4 sepanjang 299 mm	$\phi$ 25,4 sepanjang 299,25 mm	V	-
4	$\phi$ 22 sepanjang 79 mm	$\phi$ 22 sepanjang 79,35 mm	-	V
5	$\phi$ 21 sepanjang 50 mm	$\phi$ 21 sepanjang 50,15 mm	V	-
6	Alur 4 mm	4,05 mm	V	-
7	Ulir M 20x2,5 sepanjang 25 mm	Ulir M 20x2,5 sepanjang 25,15 mm	-	V
8	Champer 3x45°	Champer 3x45°	V	-
9	Alur pasak $\phi$ 6 dalam 3 mm panjang 50 mm	6 mm x 3,05 mm x 50,10 mm	V	-

Tabel 58. Hasil pengukuran *roller A*, *roller B*, dan *roller C* pada alat/mesin pengeroll pipa

No	Dimensi <i>roller</i> pada gambar kerja	Hasil pengukuran <i>roller A</i>	Go	No Go	Hasil pengukuran <i>roller B</i>	Go	No Go	Hasil pengukuran <i>roller C</i>	Go	No Go
1	Champer 2x45°	Champer 2x45°	V	-	Champer 2x45°	V	-	Champer 2x45°	V	-
2	$\phi$ 80 mm	$\phi$ 80,10 mm	V	-	$\phi$ 80,05 mm	V	-	$\phi$ 80,10 mm	V	-
3	Tebal total 50 mm	50 mm	V	-	49,90 mm	V	-	49,70 mm	-	V
4	Tebal kiri 15 mm	15,20 mm	-	V	15,10 mm	V	-	14,90 mm	V	-
5	Tebal kanan 15 mm	15,00 mm	V	-	15,05 mm	V	-	14,95 mm	V	-
6	$\phi$ bor 21 mm	$\phi$ 20,95 mm	V	-	$\phi$ 20,90 mm	V	-	$\phi$ 21,00 mm	V	-
7	Alur pasak 6 mm dalam 3 mm	6 mm x 3,10 mm	V	-	6 mm x 3,05 mm	V	-	6 mm x 2,90 mm	V	-

Dari pengamatan Tabel 56, Tabel 57 dan Tabel 58 terdapat beberapa ukuran yang tidak sesuai dengan gambar kerja. Beberapa komponen yang

ukurannya tidak sesuai dengan gambar kerja tersebut masih bisa di pasang pada pasangannya karena ukuran tersebut tidak terlalu jauh dari toleransi yang direncanakan.

#### **E. Uji Fungsional**

Uji fungsional poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa dilakukan dengan mengukur komponen tersebut apakah sesuai dengan gambar kerja atau tidak. Setelah itu uji fungsional dilakukan dengan cara mengamati langsung kinerja ketiga jenis komponen tersebut.

Berdasarkan hasil pengujian dan pengamatan terhadap poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa dapat diperoleh hasil kesimpulan:

1. Poros tetap, poros geser dan *roller* dapat terpasang pada alat/mesin pengeroll pipa dengan baik.
2. Kinerja ulir dan alur pasak pada poros tetap dan poros geser sesuai dengan apa yang diharapkan.
3. Poros tetap, poros geser bekerja dengan baik, poros mampu menahan gaya yang ditimbulkan oleh *roller* saat mengeroll pipa sehingga tidak berubah bentuk.

#### **F. Uji Kinerja Alat/Mesin Pengeroll Pipa**

Uji kinerja dilakukan untuk mengetahui apakah poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Kriteria poros dan *roller* yang baik adalah mampu tekan/keras,

mampu puntir/ulet dan tidak mudah berubah bentuk. Beberapa langkah pengujian yang dilakukan sebagai berikut :

1. Menyiapkan pipa galvanis  $\phi \frac{3}{4}$ " tebal 1,3 mm
2. Mempersiapkan peralatan pendukung untuk melakukan uji coba
3. Melakukan uji coba mesin tanpa menggunakan pipa uji coba
4. Mengamati kinerja poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa.
5. Melakukan uji coba pengerollan terhadap pipa galvanis  $\phi \frac{3}{4}$ " dengan tebal 1,3 mm.
6. Mengamati hasil pengerollan pipa galvanis  $\phi \frac{3}{4}$ " tebal 1,3 mm

Berdasarkan hasil pengujian alat/mesin pengeroll pipa pada hari Rabu, tanggal 15 Februari 2012 di Bengkel Fabrikasi FT UNY pukul 13.00 WIB sampai dengan 15.30 WIB dapat diperoleh beberapa hasil setelah dilakukan pengamatan terhadap kinerja mesin, antara lain:

1. Dimensi mesin yaitu: 700 x 500 x 730 mm
2. Kapasitas pengerollan pipa  $\phi \frac{3}{4}$ "
3. Waktu yang diperlukan dalam 1 kali pengerollan pipa dengan radius 70 cm sekitar  $\pm 14$  menit.
4. Alat/mesin pengeroll pipa ini hanya mampu mengeroll pipa hingga  $\frac{3}{4}$  lingkaran saja (lihat Gambar 50).



Gambar 50. Uji kinerja alat/mesin pengeroll pipa

## G. Pembahasan

### 1. Identifikasi

#### a. Gambar kerja

Identifikasi gambar kerja merupakan langkah awal dalam pembuatan produk proyek akhir ini. Langkah ini bertujuan untuk mengetahui apakah produk dari gambar kerja tersebut dapat dikerjakan dalam proses pemesinan atau tidak. Hasil identifikasi gambar kerja ini memberikan informasi antara lain tentang dimensi, toleransi dan bahan yang digunakan untuk pembuatan produk sesuai dengan gambar kerja tersebut yaitu poros tetap, poros geser dan *roller*.

#### b. Alat, mesin, dan bahan

Mempersiapkan alat, mesin dan bahan merupakan langkah kedua setelah proses identifikasi gambar kerja selesai. Setelah itu, identifikasi alat, mesin dan bahan di Bengkel Pemesinan dan Fabrikasi FT UNY dapat digunakan dan berfungsi dengan baik atau tidak. Hasil

identifikasi yang dilakukan dapat diketahui bahwa mesin dan peralatan yang ada di bengkel dapat digunakan untuk membuat komponen. Proses pembuatan komponen ini menggunakan beberapa jenis peralatan antara lain: peralatan mengukur, peralatan melukis, peralatan untuk pengurangan volume bahan dan peralatan untuk menyambung. Alat-alat dan mesin serta bahan yang digunakan dalam pembuatan poros tetap, poros geser dan *roller* secara detail dapat dilihat pada BAB II.

Bahan yang digunakan untuk pembuatan poros tetap, poros geser dan *roller* adalah bahan ST 37. Pemilihan bahan yang digunakan membuat poros tetap, poros geser dan *roller* dengan menggunakan referensi tabel baja konstruksi umum menurut DIN 17100 yang dikutip dari G. Niemann, (1999:96).

## **2. Proses Pembuatan komponen**

Proses pembuatan komponen merupakan langkah yang paling utama karena pada proses ini akan dibuat sebuah komponen yang sesuai dengan gambar kerja dengan menggunakan mesin tertentu dan bahan yang digunakan telah disiapkan terlebih dahulu.

Pada dasarnya konsep pembuatan poros tetap, poros geser dan *roller* yaitu proses mengurangi volume bahan, membentuk bahan dan konsep untuk menyelesaikan permukaan. Proses pengerjaan yang dilakukan dalam pembuatan komponen ini adalah pembubutan, pengefraisan dan pembuatan alur pasak. Proses pembubutan yang

dilakukan untuk membuat poros tetap, poros geser dan *roller* adalah pembubutan bertingkat, pengulirann dan pengeboran. Proses frais yang dilakukan pada poros tetap dan poros geser adalah pengefraisan alur pasak, sedangkan proses dengan mesin *slotting* adalah membuat alur pasak pada *roller*. Setelah proses pemesinan selesai maka langkah berikutnya adalah mengecek ukuran dari benda kerja tersebut sesuai dengan gambar kerja. Langkah ini dimaksudkan agar hasil proses pemesinan komponen alat/mesin pengeroll pipa ini dapat diketahui mempunyai kualitas dan fungsi sesuai yang diharapkan atau tidak.

#### **H. Kelemahan-Kelemahan**

Berdasarkan hasil pengujian dan pengamatan kinerja alat/mesin pengeroll pipa, masih terdapat beberapa kelemahan-kelemahan yang harus diperbaiki dan menjadi bahan pertimbangan. Adapun kelemahan-kelemahannya antara lain:

1. Keadaan mesin di bengkel Pemesinan FT UNY sudah banyak dalam kondisi tidak standar lagi, dan jumlah mesin yang masih kurang hal ini menyebabkan terjadi antrian pada penggunaan mesin, misalnya mesin bubut. Hal ini menyebabkan waktu tak produktif semakin tinggi.
2. Alat/mesin pengeroll pipa ini memiliki keterbatasan hanya mampu mengeroll pipa hingga  $\frac{3}{4}$  lingkaran saja.
3. Alat/mesin pengeroll pipa ini hanya bisa mengeroll pipa dengan  $\phi \frac{3}{4}$ " saja, hal ini di karenakan *roller* yang tersedia hanya dalam radius 9,5 mm saja.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah dilakukan dan dicapai dari keseluruhan proses yang meliputi pembuatan dan pengujian terhadap poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa, maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Mesin dan peralatan yang digunakan dalam pembuatan poros tetap, poros geser dan *roller* pada alat/mesin pengeroll pipa adalah mesin gergaji, mesin bubut CIA MIX SP 6230 T, mesin gerinda, mesin frais Bridgeport, dan mesin *slotting*. Peralatan pendukung yang digunakan adalah pahat HSS rata kanan, pahat ulir, pahat alur, *end mill cutter*, pahat *slotting*, bor *center*, senter putar, kunci *chuck*, *chuck drill* dan kunci *chuck drill*, kunci pas 12-13, 14-15, bantalan ganjal, ragum, mata bor HSS  $\phi$  6,  $\phi$  10,  $\phi$  15, dan  $\phi$  21, jangka sorong, serta perlengkapan Keselamatan, dan Kesehatan Kerja (K3).
2. Tahapan proses pembuatan pembuatan poros tetap, poros geser dan *roller* adalah identifikasi gambar kerja, pengukuran bahan, pemotongan bahan, proses pembubutan, pengefraisan serta proses pembuatan alur pasak dengan mesin slot.
3. Waktu pembuatan komponen secara keseluruhan memerlukan waktu 1483 menit atau 24 jam 43 menit. Waktu tersebut terbagi menjadi beberapa

waktu pembuatan, yakni waktu pembuatan 2 buah poros tetap = 706 menit, 1 buah poros geser = 228 menit dan 3 buah *roller* = 549 menit.

4. Berdasarkan uji kinerja alat/mesin pengeroll pipa, poros tetap, poros geser bekerja dengan baik, poros mampu menahan gaya yang ditimbulkan oleh *roller* saat mengeroll pipa sehingga tidak berubah bentuk. Kinerja ulir dan alur pasak pada poros tetap dan poros geser sesuai dengan apa yang diharapkan. Alat/mesin pengeroll pipa mampu mengeroll pipa dengan  $\phi \frac{3}{4}$ " dan mampu mengeroll pipa hingga  $\frac{3}{4}$  lingkaran. Waktu yang diperlukan dalam 1 kali pengerollan pipa dengan radius 70 cm sekitar  $\pm 14$  menit.

## B. Saran

Alat/mesin pengeroll pipa masih terdapat beberapa kelemahan-kelemahan. Saran untuk langkah pengembangan dan penyempurnaan dari alat/mesin pengeroll pipa ini antara lain:

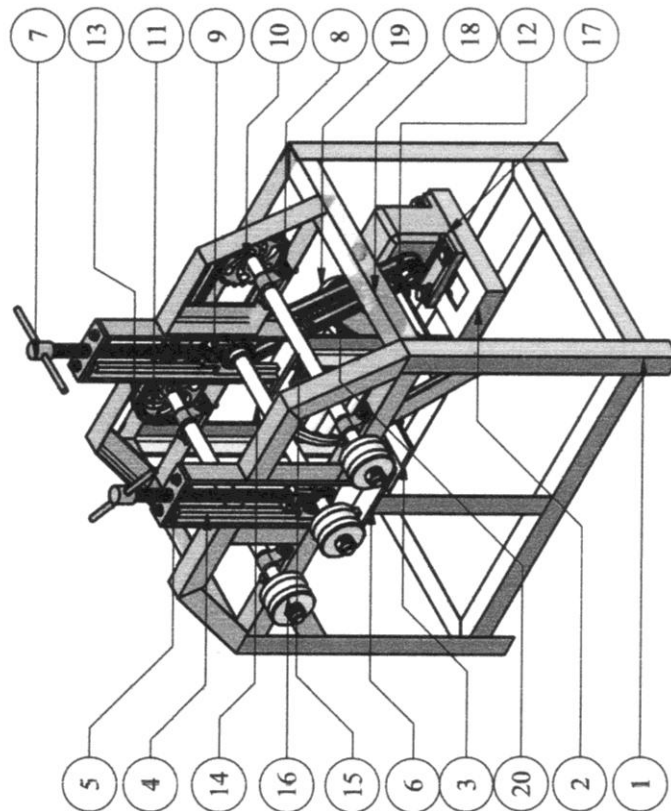
1. Pada bagian transmisi rantai diberi penutup dari plat, hal ini supaya tidak membahayakan operator.
2. Dibuat penyetelan agar poros tetap dapat bergerak ke kanan dan ke kiri, ini supaya dalam mengeroll pipa dapat di atur berapa diameter luar lengkungan pipa yang akan dibentuk.
3. Membuat *roller* dalam berbagai ukuran radius pipa, hal ini supaya diameter pipa yang dapat diroll tidak hanya  $\phi \frac{3}{4}$ " saja.
4. Disempurnakan lagi supaya alat/mesin pengeroll pipa ini mampu mengeroll pipa hingga satu lingkaran penuh.

## DAFTAR PUSTAKA

- BM. Surbakti. 1984. *Ketrampilan Dasar Membubut*. Madiun: CV Sinar Harapan
- Budiman, A., dan Priambodo, B. 1999. *Elemen Mesin Jilid 1* (G. Niemann. Terjemahan). Jakarta: Erlangga.
- Darmanto, Joko. 2007. *Modul Berkerja Dengan Mesin Bubut*. Surakarta: Yudistira.
- Juhana, Ohan, dan Suratman, M. 2000. *Menggambar Teknik Mesin dengan Standar ISO*. Bandung: Pustaka Grafika.
- Krar, S.F., J.W. Oswald dan J.E. St. Amand (1985). *Machine Tool Operations*. London: International Student Edition.
- Rochim Taufiq. 2007. *Proses Pemesinan Buku 1 (Klasifikasi Proses, Gaya dan Daya Pemesinan)*. Bandung: ITB
- Rohyana, Solih. 2004. *Melakukan Pekerjaan Dengan Mesin Bubut*. Bandung: Armico.
- Sato, G. T., dan Hartanto, N. S. 2000. *Menggambar Mesin Menurut Standar ISO*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sumantri. (1989). *Teori Kerja Bangku*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Sumbodo, Wirawan. 2008. *Teknik produksi mesin industri Jilid 2*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
- Terheijden, C.V. dan Harun. (1981). *Alat-Alat Perkakas 1*. Bandung: Bina Cipta.
- Terheijden, C.V. dan Harun. (1981). *Alat-Alat Perkakas 3*. Bandung: Bina Cipta.
- Widarto. 2008. *Teknik Pemesinan Jilid 1*. Jakarta. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Widarto. 2008. *Teknik Pemesinan Jilid 2*. Jakarta. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

# LAMPIRAN

## Lampiran 1. Gambar Alat/Mesin Pengeroll Pipa



PARTS LIST			
NO	MATERIAL	NAME PART	QTY
1	Steel	RANGKA	1
2	Steel	DUDUKAN MOTOR	1
3	Steel	DUDUKAN REDUCER	1
4	Steel	SLIDE	4
5	Steel	TUTUP SLIDE	2
6	Steel	LANDASAN SLIDE	2
7	Steel	HANDLE PEMUTAR	2
8	Default	UCP	4
9	Default	UCF	2
10	Steel	GEAR SPROKET 1 (SINGLE)	1
11	Steel	GEAR SPROKET 2 (DOUBLE)	1
12	Steel	GEAR SPROKET 3 (SINGLE)	1
13	Default	RANTAI 1 (RS 40)	1
14	Steel	POROS GESER	1
15	Steel	POROS TETAP	2
16	Steel	DIES	3
17	Default	REDUSER	1
18	Default	KOPEL	1
19	Default	MOTOR LISTRIK	1
20	Default	RANTAI 2 (RS 50)	1

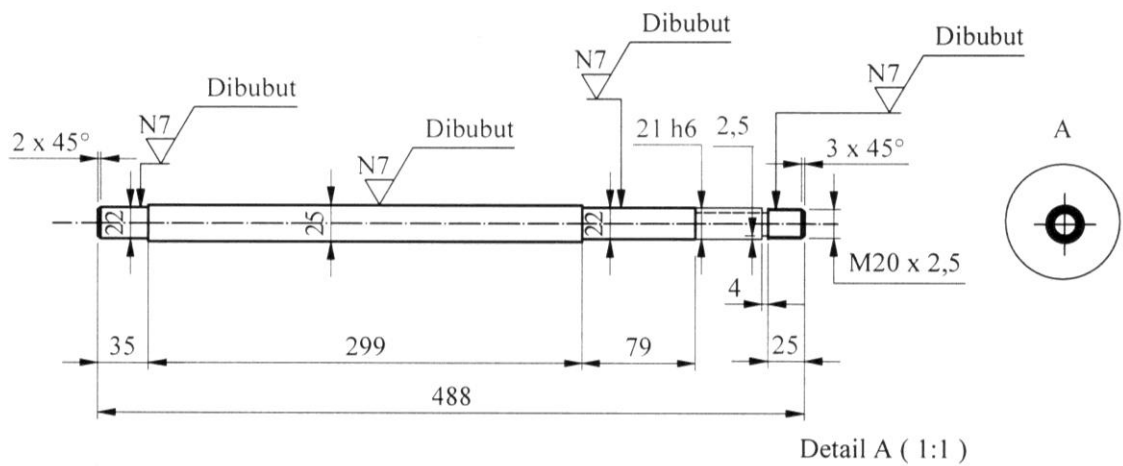
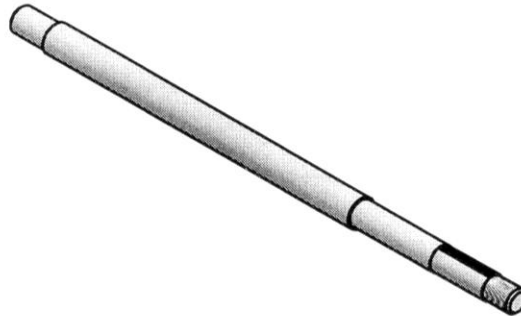
1		ALAT/MESIN ROL PIPA							
JUMLAH		NAMA BAGIAN		NO.BAG		BAHAN		UKURAN	
		Perubahan							
						Pengganti dari: Diganti dengan:			
				Skala 1:12		Digambar Dilihat Diperiksa Disetujui		Ahmad M Suyanto M.Pd.,M.T Suyanto M.Pd.,M.T Suyanto M.Pd.,M.T	
				<b>ALAT/MESIN ROL PIPA</b>		<b>09508131005</b>		<b>A4</b>	
				UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK					



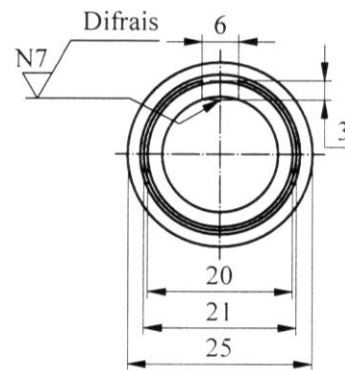
Toleransi Halus

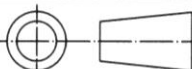
Dibubut      Difrasis

N7      N7

TOLERANSI UKURAN *LINEAR*

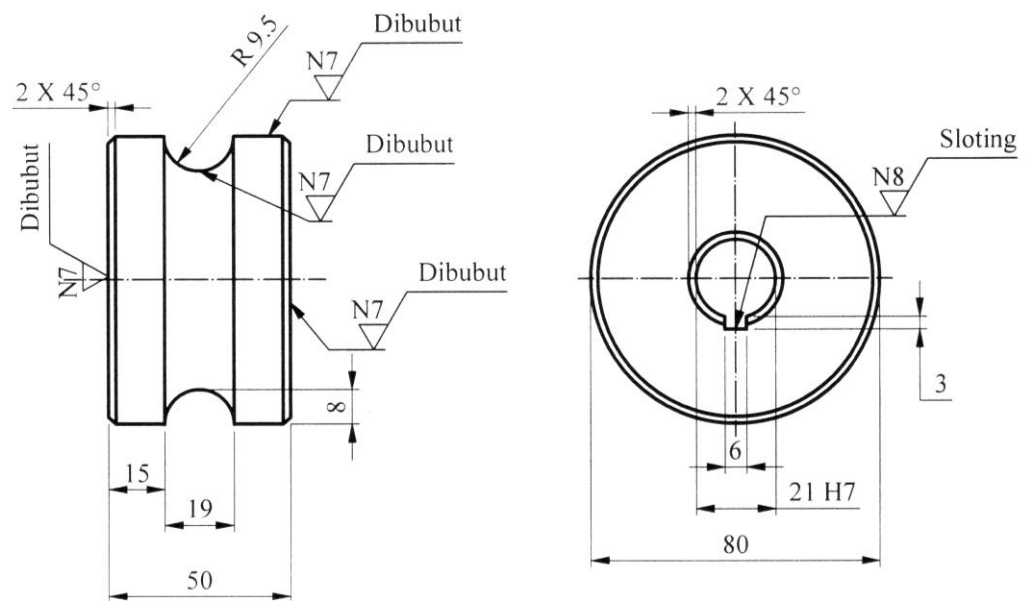
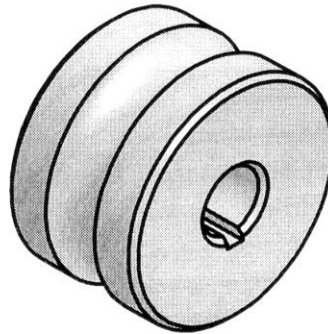
Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	± 0,2	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2
Menengah	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8
Halus	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3



	1	Poros Geser	14	Besi As	1 in	
JUMLAH		NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
		Perubahan			Pengganti dari: Diganti dengan:	
		POROS GESER			Skala	Digambar
					1:5	Dilihat
						Diperiksa
						Disetujui
		UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK			09508131005	
					A4	

Ahmad.M  
Suyanto M.Pd.,M.T.  
Suyanto M.Pd.,M.T.  
Suyanto M.Pd.,M.T.

Toleransi Halus  $\nabla \text{N7} / ( \nabla \text{N8} )$



#### TOLERANSI UKURAN *LINEAR*

Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
Menengah	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
Halus	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$

		3	•	Dies/Roll	16	Besi As	80 x 50 mm	
JUMLAH				NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
				Perubahan			Pengganti dari: Diganti dengan:	
				ROLLER			Skala	Digambar
							1:2	Dilihat
								Diperiksa
								Disetujui
				UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK			09508131005	
							A4	

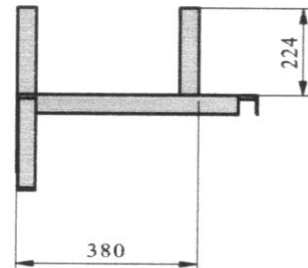
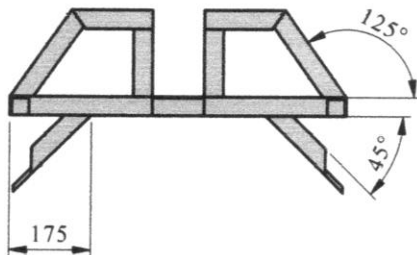
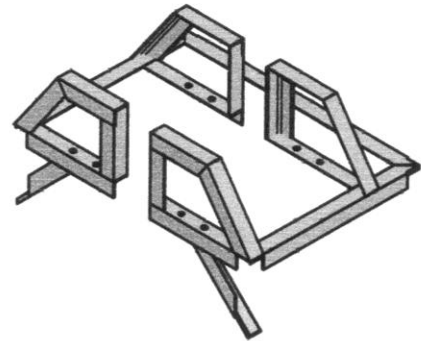
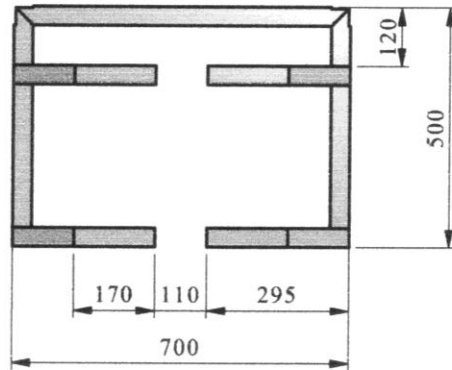
Ahmad.M  
Suyanto M.Pd.,M.T.  
Suyanto M.Pd.,M.T.  
Suyanto M.Pd.,M.T.



PARTS LIST			
NO	MATERIAL	NAME PART	QTY
1.a	Plat Siku	RANGKA ATAS 1.a	2
1.b	Plat Siku	RANGKA ATAS 1.b	2
1.c	Plat Siku	RANGKA ATAS 1.c	2
1.d	Plat Siku	RANGKA ATAS 1.d	1
1.e	Plat Siku	RANGKA ATAS 1.e	2
1.f	Plat Siku	RANGKA BAWAH 1.f	4
1.g	Plat Siku	RANGKA BAWAH 1.g	2
1.h	Plat Siku	RANGKA BAWAH 1.h	2
1.i	Plat Siku	RANGKA ATAS 1.i	2
1.j	Plat Siku	RANGKA ATAS 1.j	2
1.k	Plat Siku	RANGKA ATAS 1.k	2
1.l	Plat Siku	RANGKA ATAS 1.l	1
1.m	Plat Siku	RANGKA ATAS 1.m	2
1.n	Plat Siku	RANGKA BAWAH 1.n	2
1.o	Plat Siku	RANGKA BAWAH 1.o	2
1.p	Plat Siku	RANGKA BAWAH 1.p	1
1.q	Plat Siku	RANGKA BAWAH 1.q	4
1.r	Plat Siku	RANGKA ATAS 1.r	1
1.s	Plat Siku	RANGKA ATAS 1.s	1
1.t	Default	SLIDE	2

Rangka		Besi Siku		40 X 40 X 4 mm		KETERANGAN	
JUMLAH	NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN			
1	Rangka	1	Besi Siku	40 X 40 X 4 mm			
	Perubahan				Pengganti dari: Diganti dengan:		
					Digambar Ahmad.M Skala Dilihat Suyanto M.Pd., M.T. 1:13 Diperiksa Suyanto M.Pd., M.T. Disetujui Suyanto M.Pd., M.T.		
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK				09508131005		A4	



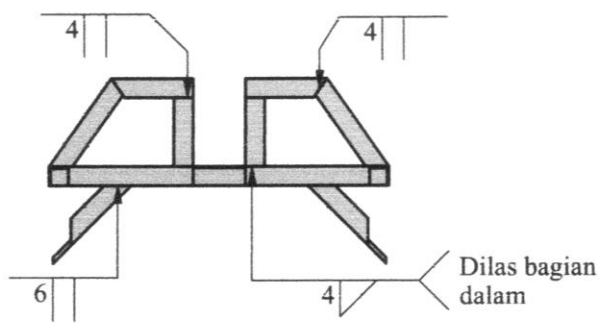
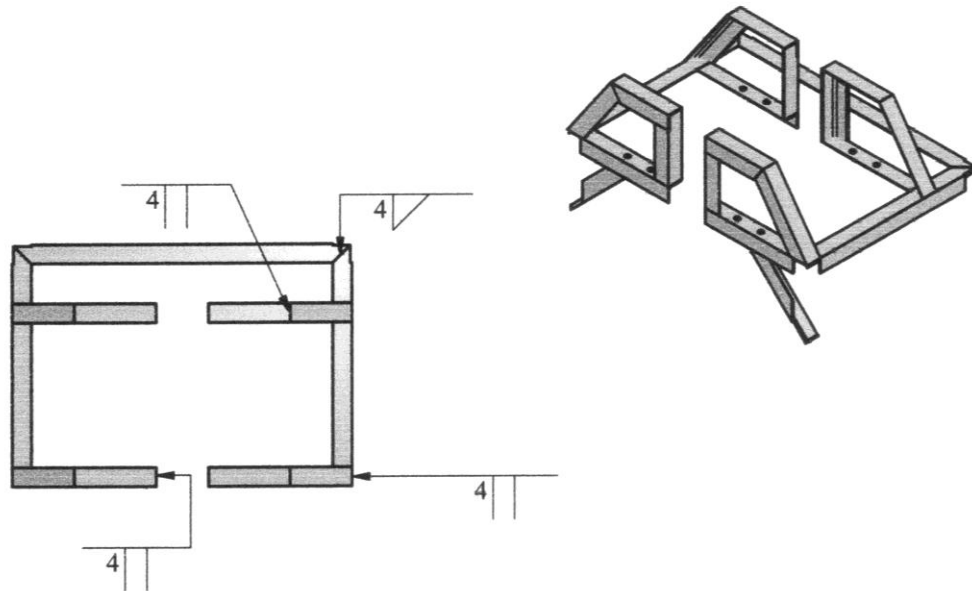
### TOLERANSI UKURAN SUDUT

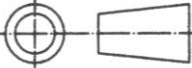
Panjang dari sisi yang pendek		s/d 10	10 - 50	50 - 120	120 - 400
Variasi yang diijinkan	Dalam derajat dan menit	$\pm 1^\circ$	$\pm 30^\circ$	$\pm 20^\circ$	$\pm 10^\circ$
	Dalam mm tiap 100 mm	$\pm 1,8$	$\pm 0,9$	$\pm 0,6$	$\pm 0,3$

### TOLERANSI UKURAN LINEAR

Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
Menengah	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
Halus	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$

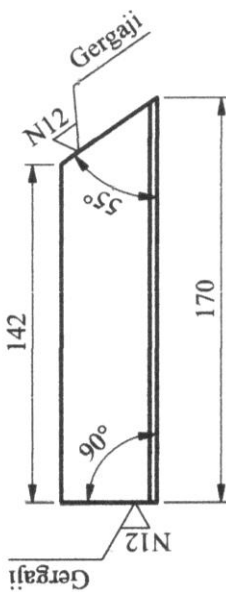
		1	Rangka Atas	-	Besi Siku	40 X 40 X 4 mm	
JUMLAH			NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
			Perubahan				
							Pengganti dari: Diganti dengan:
							Digambar Ahmad.M
							Dilihat Suyanto M.Pd.,M.T.
							Diperiksa Suyanto M.Pd.,M.T.
							Disetujui Suyanto M.Pd.,M.T.
			RANGKA ATAS			Skala 1:15	
			UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK			09508131005	A4



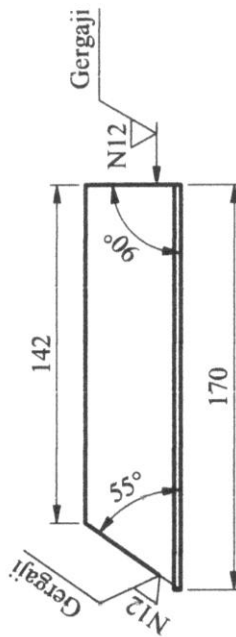
	1	Rangka Atas	-	Besi Siku	40 X 40 X 4 mm	
JUMLAH		NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
		Perubahan		 Pengganti dari: Diganti dengan:		
<b>RANGKA ATAS</b>					Digambar	Ahmad.M
					Dilihat	Suyanto M.Pd.,M.T.
					Diperiksa	Suyanto M.Pd.,M.T.
					Disetujui	Suyanto M.Pd.,M.T.
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK					09508131005	A4

**Toleransi Kasar**

### 1.a Rangka Atas 1.a



1.j) Rangka Atas 1.j

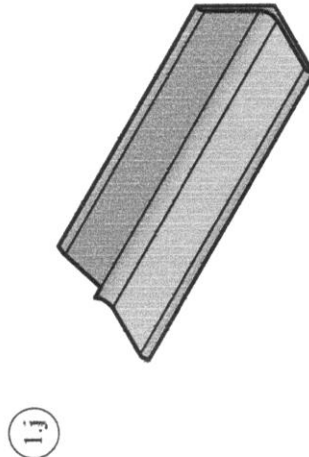
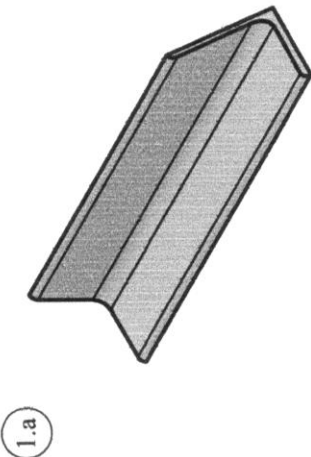



## TOLERANSI UKURAN SUDUT

Panjang dari sisi yang pendek	s/d 10	10 - 50	50 - 120	120 - 400
Variasi yang diijinkan	Dalam derajat dan menit	± 1°	± 30°	± 20°
	Dalam mm tiap 100 mm	± 1,8	± 0,9	± 0,6
				± 0,3

## TOLERANSI UKURAN LINEAR

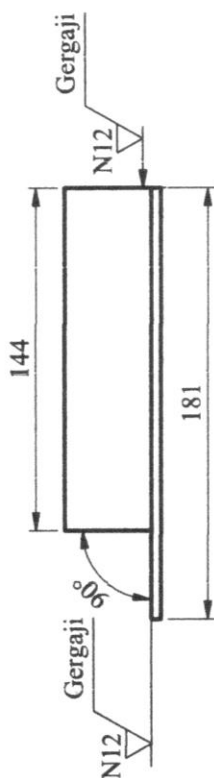
Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	± 0,2	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2
Menengah	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8
Halus	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3



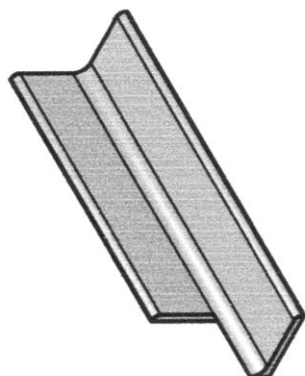
2	Rangka Atas	1.a	Besi Siku	40 X 40 X 4 mm	KETERANGAN	
2	Rangka Atas	1.j	Besi Siku	40 X 40 X 4 mm		
JMLH	NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN		
	Perubahan			Pengganti dari: Diganti dengan:		
	Rangka atas 1.a dan Rangka atas 1.j			Skala	Digambar	Ahmad.M
				1:3	Dilihat	Suyanto M.Pd.,M.T.
					Diperiksa	Suyanto M.Pd.,M.T.
					Disetujui	Suyanto M.Pd.,M.T.
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK			09508131005		A4	

**Toleransi Kasar**

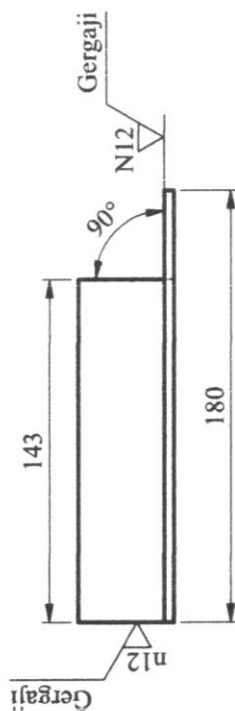
### 1.b Rangka Atas 1.b



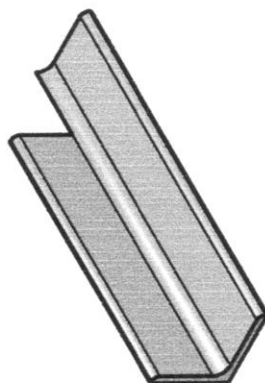
9.1



1.k) Rangka Atas 1.k



1.k




## TOLERANSI UKURAN SUDUT

Panjang dari sisi yang pendek	s/d	10	10 - 50	50 - 120	120 - 400
		Dalam derajat dan menit	± 1°	± 30°	± 20°
Variasi yang diijinkan	Dalam mm tiap 100 mm	± 1,8	± 0,9	± 0,6	± 0,3

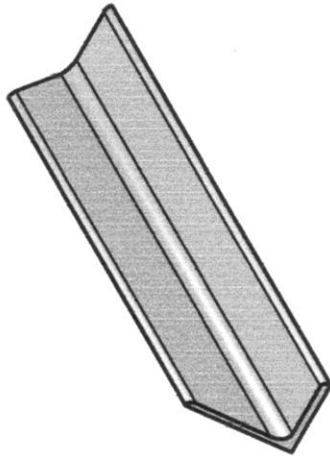
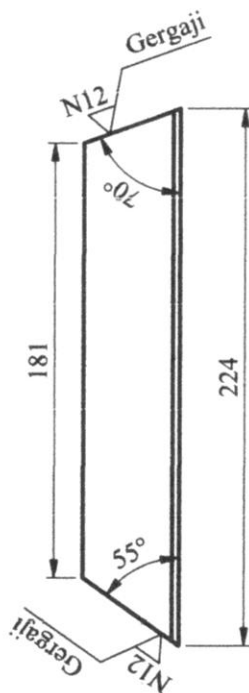
## TOLERANSI UKURAN LINEAR

Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	± 0,2	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2
Menengah	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8
Halus	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3

2	Rangka Atas	1.b	Besi Siku	40 X 40 X 4 mm	KETERANGAN
2	Rangka Atas	1.k	Besi Siku	40 X 40 X 4 mm	
JMLH	NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	
	Perubahan			Pengganti dari: Diganti dengan:	
<div style="text-align: center;"> <h2>Rangka atas 1.b</h2> <h2>dan Rangka atas 1.k</h2> </div>					
		Skala	Digambar	Ahmad.M	
		1:3	Dilihat	Suyanto M.Pd.,M.T.	
			Diperiksa	Suyanto M.Pd.,M.T.	
			Disetujui	Suyanto M.Pd.,M.T.	
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK				09508131005	A4

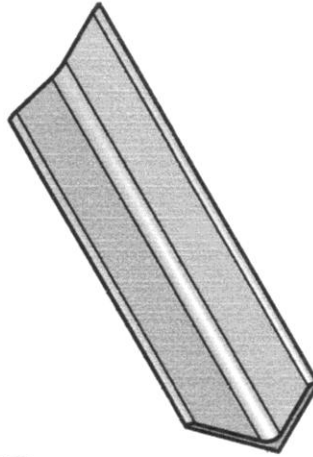
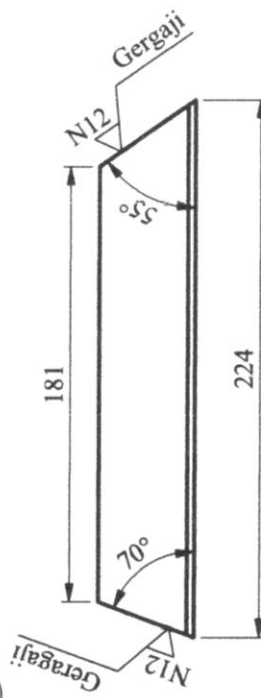
**Toleransi Kasar**

1.c) Rangka Atas 1.c



1.c

1.i) Rangka Atas 1.i







1.i

## TOLERANSI UKURAN SUDUT

Panjang dari sisi yang pendek	s/d 10	10 - 50	50 - 120	120 - 400
Variasi yang diijinkan	Dalam derajat dan menit	$\pm 1^{\circ}$	$\pm 30^{\circ}$	$\pm 20^{\circ}$
	Dalam mm tiap 100 mm	$\pm 1,8$	$\pm 0,9$	$\pm 0,6$
				$\pm 0,3$

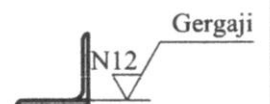
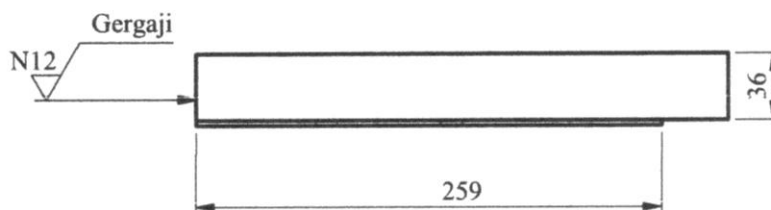
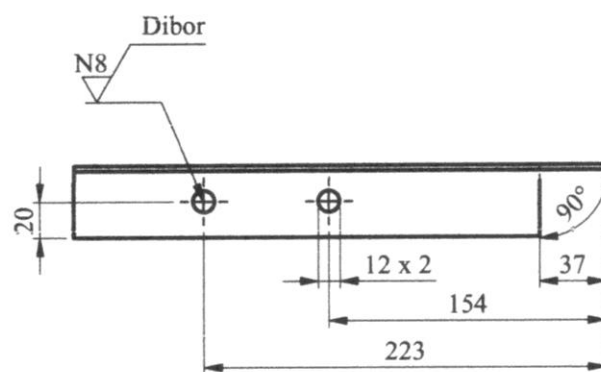
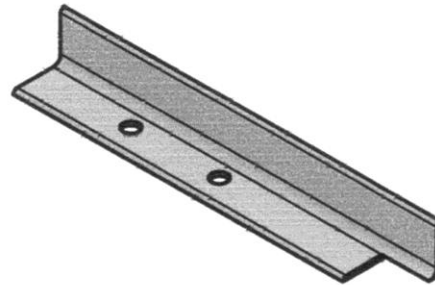
## TOLERANSI UKURAN LINEAR

Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
Menengah	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
Halus	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$

2	Rangka Atas	1.c	Besi Siku	40 X 40 X 4 mm	KETERANGAN
2	Rangka Atas	1.i	Besi Siku	40 X 40 X 4 mm	
JMLH	NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	
	Perubahan				Pengganti dari: Diganti dengan:
<h2 style="text-align: center;">Rangka atas 1.c dan Rangka atas 1.i</h2>			Skala	1:3	
			Digambar		Ahmad M
			Dilihat		Suyanto M. Pd., M.T.
			Diperiksa		Suyanto M. Pd., M.T.
			Disetujui		Suyanto M. Pd., M.T.
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK			09508131005		A4

Toleransi Kasar  $\nabla^{N12}$

1.d Rangka Atas 1.d



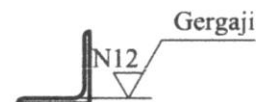
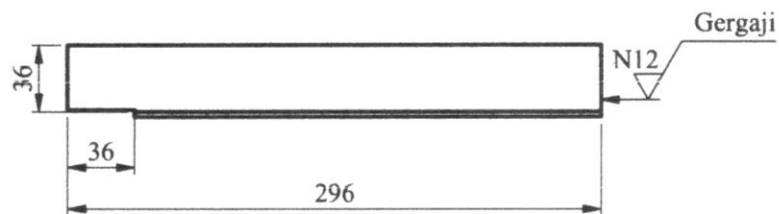
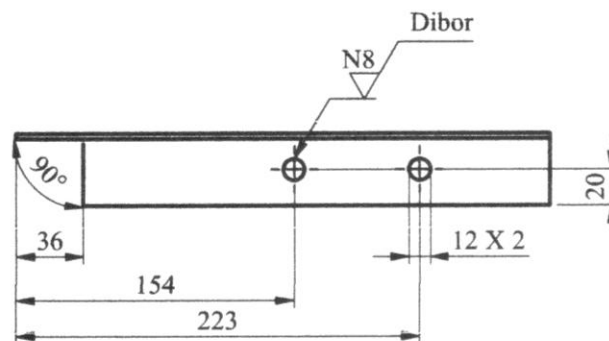
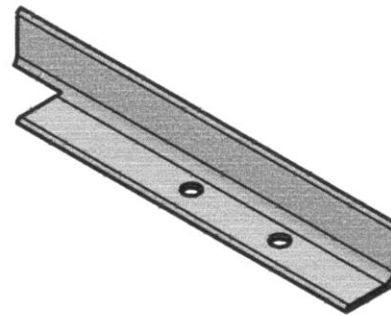
#### TOLERANSI UKURAN LINEAR

Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
Menengah	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
Halus	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$

1	Rangka Atas	1.d	Besi Siku	40 X 40 X 4 mm	
JMLH	NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
	Perubahan				
	Rangka Atas 1.d			Pengganti dari: Diganti dengan:	
				Digambar	Ahmad.M
				Dilihat	Suyanto M.Pd.,M.T.
				Diperiksa	Suyanto M.Pd.,M.T.
				Disetujui	Suyanto M.Pd.,M.T.
	UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK			09508131005	A4

Toleransi Kasar  $\nabla \text{N12}$

1.1 Rangka Atas 1.1



TOLERANSI UKURAN *LINEAR*

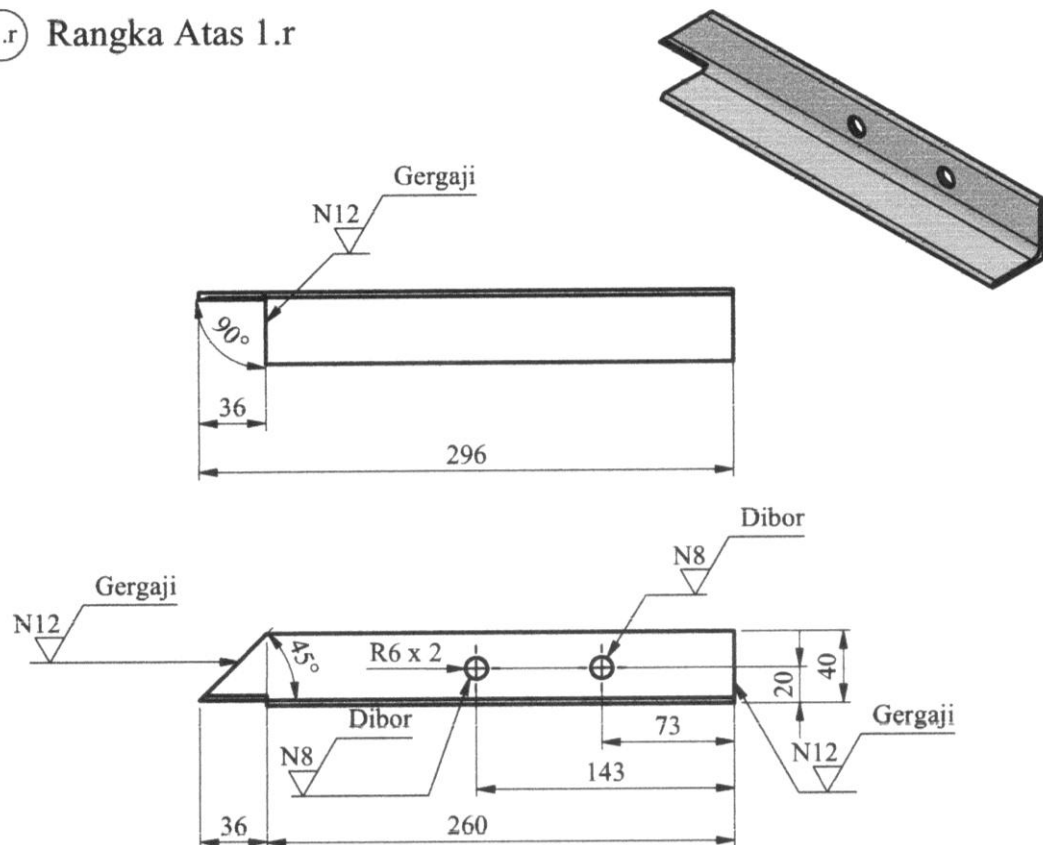
Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
Menengah	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
Halus	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$

1	Rangka Atas	1.1	Besi Siku	40 X 40 X 4 mm	
JMLH	NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
	Perubahan			Pengganti dari: Diganti dengan:	
Rangka Atas 1.1				Digambar	Ahmad.M
				Dilihat	Suyanto M.Pd.,M.T.
				Diperiksa	Suyanto M.Pd.,M.T.
				Disetujui	Suyanto M.Pd.,M.T.
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK				09508131005	A4



Toleransi Kasar  $\nabla^{N12/}$  ( $\nabla^{N8/}$ )

1.r Rangka Atas 1.r

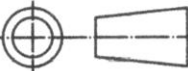





TOLERANSI UKURAN SUDUT

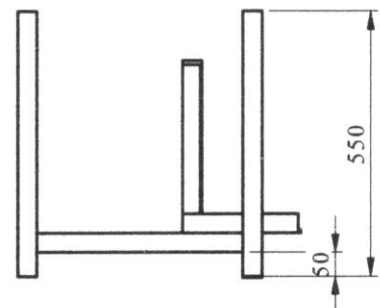
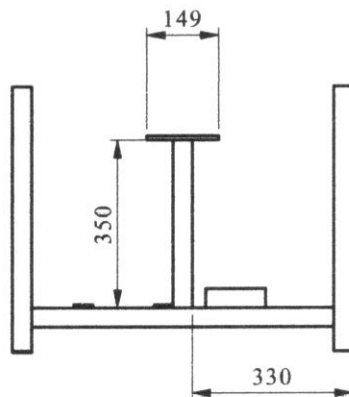
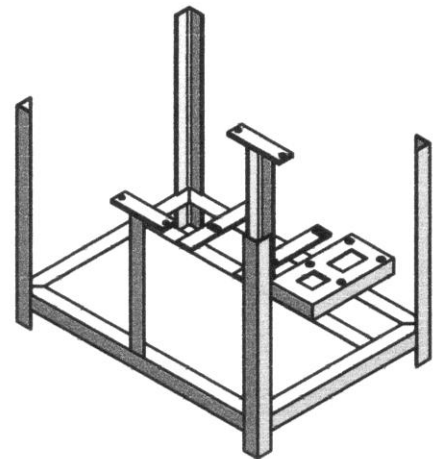
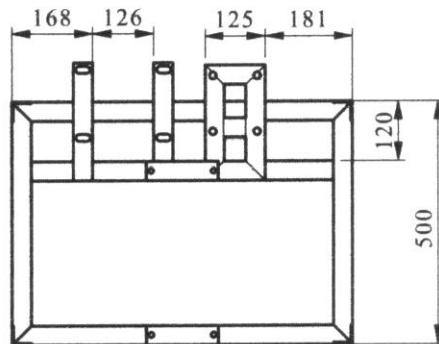
Panjang dari sisi yang pendek		s/d 10	10 - 50	50 - 120	120 - 400
Variasi yang diijinkan	Dalam derajat dan menit	$\pm 1^\circ$	$\pm 30^\circ$	$\pm 20^\circ$	$\pm 10^\circ$
	Dalam mm tiap 100 mm	$\pm 1,8$	$\pm 0,9$	$\pm 0,6$	$\pm 0,3$

TOLERANSI UKURAN LINEAR

Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
Menengah	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
Halus	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$

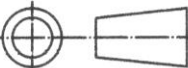

	1	Rangka Atas	1.r	Besi Siku	40 X 40 X 4 mm			
JMLH	NAMA BAGIAN		NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN		
	Perubahan					Pengganti dari: Diganti dengan:		
	Rangka atas 1.r				Skala 1:4	Digambar		Ahmad.M
						Dilihat		Suyanto M.Pd.,M.T.
						Diperiksa		Suyanto M.Pd.,M.T.
						Disetujui		Suyanto M.Pd.,M.T.
	UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK				09508131005		A4	



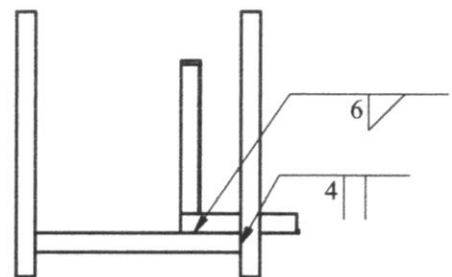
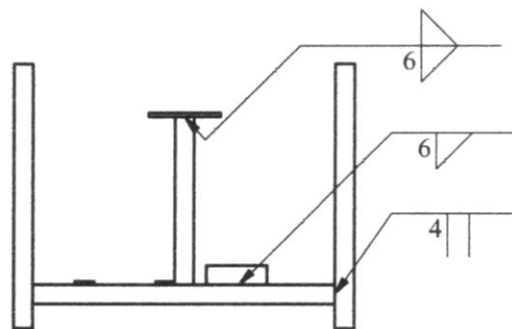
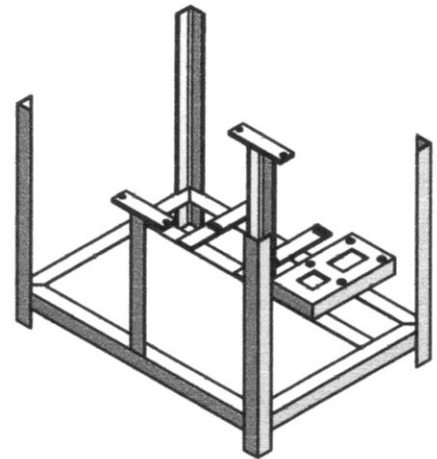
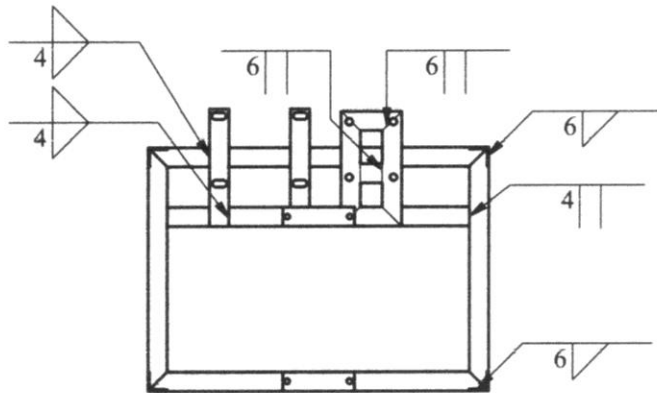



### TOLERANSI UKURAN *LINEAR*

Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
Menengah	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
Halus	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$

		1	Rangka Bawah	-	Besi Siku	40 X 40 X 4 mm			
JUMLAH			NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN			
			Perubahan			Pengganti dari: Diganti dengan:			
			<div>RANGKA BAWAH</div>			Digambar		Ahmad.M	
						Skala	Dilihat		Suyanto M.Pd.,M.T.
						1:15	Diperiksa		Suyanto M.Pd.,M.T.
							Disetujui		Suyanto M.Pd.,M.T.
			UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK			09508131005		A4	

Ahmad.M  
Suyanto M.Pd.,M.T.  
Suyanto M.Pd.,M.T.  
Suyanto M.Pd.,M.T.

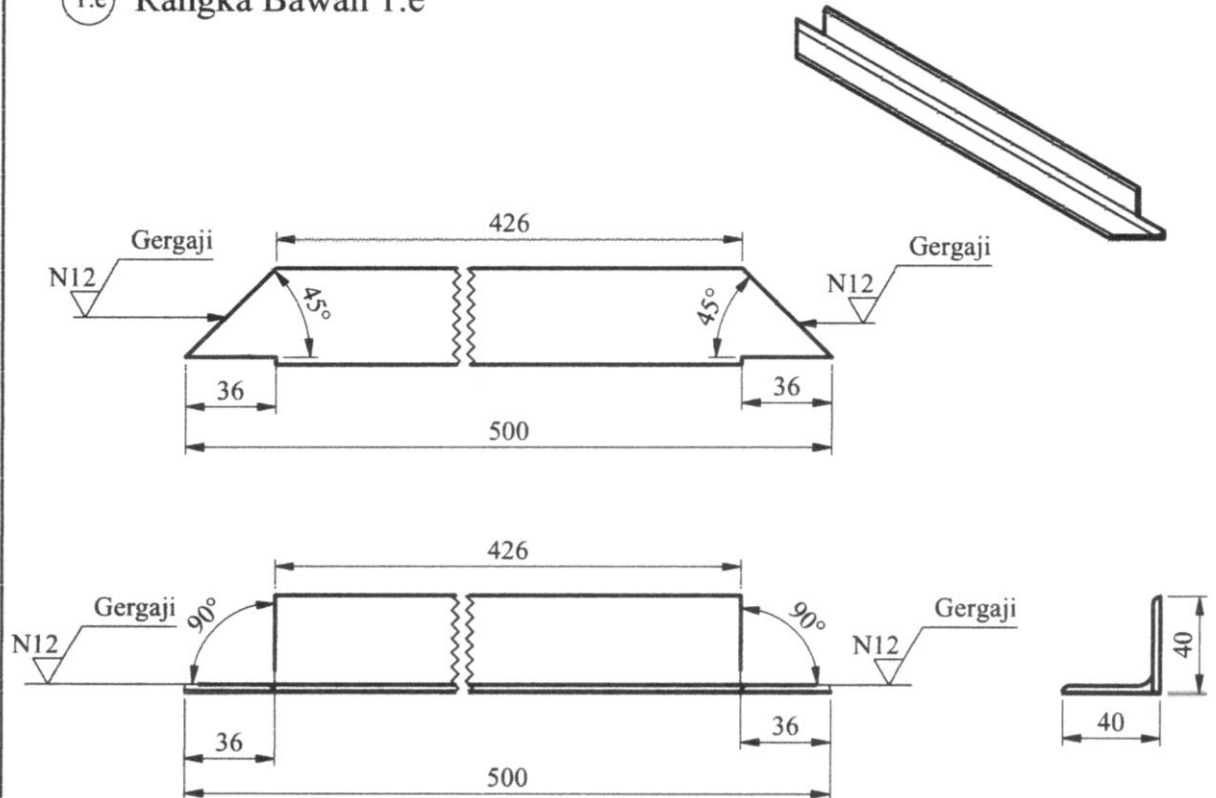


	1	Rangka Bawah	-	Besi Siku	40 X 40 X 4 mm	
JUMLAH	NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN	
		Perubahan			Pengganti dari: Diganti dengan:	
<b>RANGKA BAWAH</b>				Skala 1:15	Digambar	Ahmad.M
					Dilihat	Suyanto M.Pd.,M.T.
					Diperiksa	Suyanto M.Pd.,M.T.
					Disetujui	Suyanto M.Pd.,M.T.
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK				09508131005		A4

Toleransi Kasar

Skala  
1:7

(1.e) Rangka Bawah 1.e




## TOLERANSI UKURAN SUDUT

Panjang dari sisi yang pendek		s/d 10	10 - 50	50 - 120	120 - 400
Variasi yang diijinkan	Dalam derajat dan menit	$\pm 1^\circ$	$\pm 30^\circ$	$\pm 20^\circ$	$\pm 10^\circ$
	Dalam mm tiap 100 mm	$\pm 1,8$	$\pm 0,9$	$\pm 0,6$	$\pm 0,3$

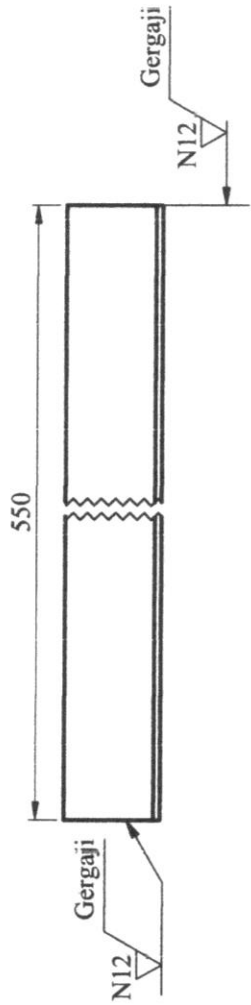
## TOLERANSI UKURAN LINEAR

Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
Menengah	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
Halus	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$

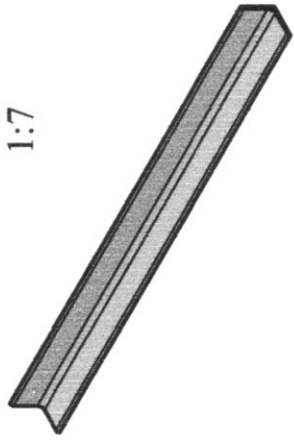
2	Rangka Bawah	1.e	Besi Siku	40 X 40 X 4 mm	
JMLH	NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
	Perubahan			Pengganti dari: Diganti dengan:	
Rangka Bawah 1.e			Skala	Digambar	Ahmad.M
			1:3	Dilihat	Suyanto M.Pd.,M.T.
				Diperiksa	Suyanto M.Pd.,M.T.
				Disetujui	Suyanto M.Pd.,M.T.
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK			09508131005		A4

Toleransi Kasar 

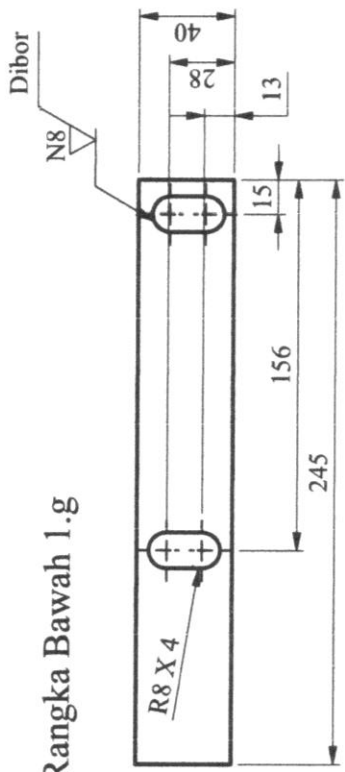
1.f Rangka Bawah 1.f



1.f Skala 1:7




1.g Rangka Bawah 1.g



1.g Skala 1:5



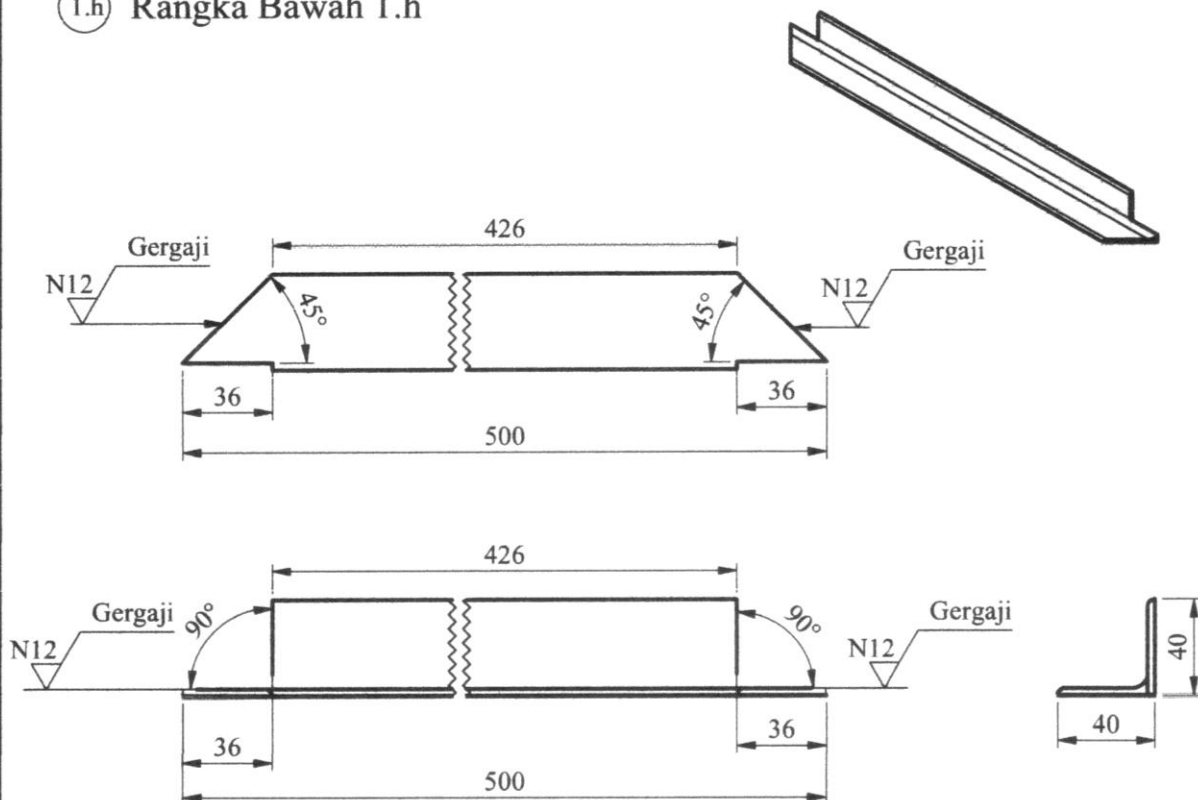
4	Rangka Bawah	1.f	Besi Siku	40 X 40 X 4 mm	
2	Rangka Bawah	1.g	Besi Plat	6 X 40 mm	
JMLH	NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
	Perubahan				Pengganti dari: Diganti dengan:
Rangka Bawah 1.f dan Rangka Bawah 1.g					Digambar Dilihat Diperiksa Disetujui
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK					Ahmad.M Suyanto M.Pd.,M.T. Suyanto M.Pd.,M.T. Suyanto M.Pd.,M.T.
09508131005					A4

TOLERANSI UKURAN LINEAR		Ukuran Nominal (mm)				
Tingkat ketelitian	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
		± 0,2	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2
Kasar	-	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8
Menengah	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3	± 0,5
Halus	± 0,02	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3

Toleransi Kasar

Skala  
1:7

(1.h) Rangka Bawah 1.h

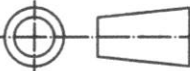





## TOLERANSI UKURAN SUDUT

Panjang dari sisi yang pendek		s/d 10	10 - 50	50 - 120	120 - 400
Variasi yang diijinkan	Dalam derajat dan menit	$\pm 1^\circ$	$\pm 30^\circ$	$\pm 20^\circ$	$\pm 10^\circ$
	Dalam mm tiap 100 mm	$\pm 1,8$	$\pm 0,9$	$\pm 0,6$	$\pm 0,3$

## TOLERANSI UKURAN LINEAR

Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
Menengah	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
Halus	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$

	2	Rangka Bawah	1.h	Besi Siku	40 X 40 X 4 mm			
JMLH		NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN			
		Perubahan			Pengganti dari: Diganti dengan:			
		Rangka Bawah 1.h			Skala	Digambar		Ahmad.M
					1:3	Dilihat		Suyanto M.Pd.,M.T.
						Diperiksa		Suyanto M.Pd.,M.T.
						Disetujui		Suyanto M.Pd.,M.T.
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK				09508131005		A4		

Ahmad.M

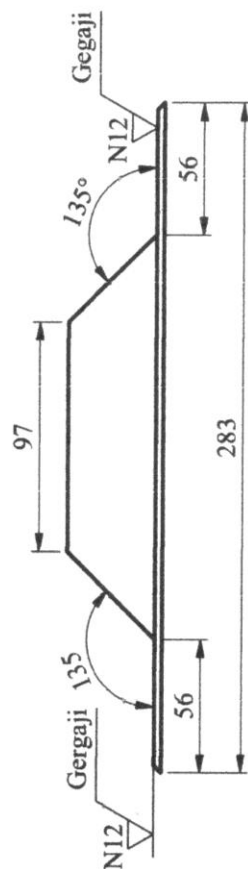
Suyanto M.Pd.,M.T.

Suyanto M.Pd.,M.T.

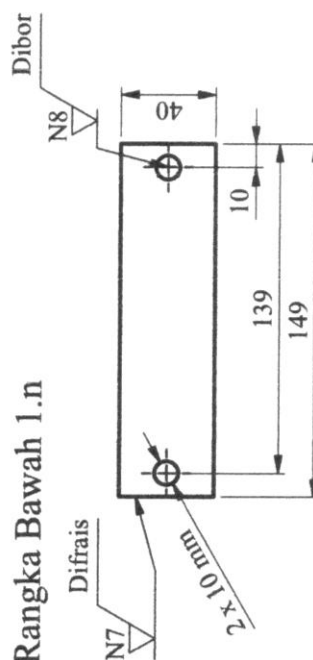
Suyanto M.Pd.,M.T.

**Toleransi Kasar**  
 $\Delta_{N12}/\Delta_{N7}, (\Delta_{N8}/\Delta_{N7})$

1.m) Rangka Bawah 1.m



1.n Rangka Bawah 1.n

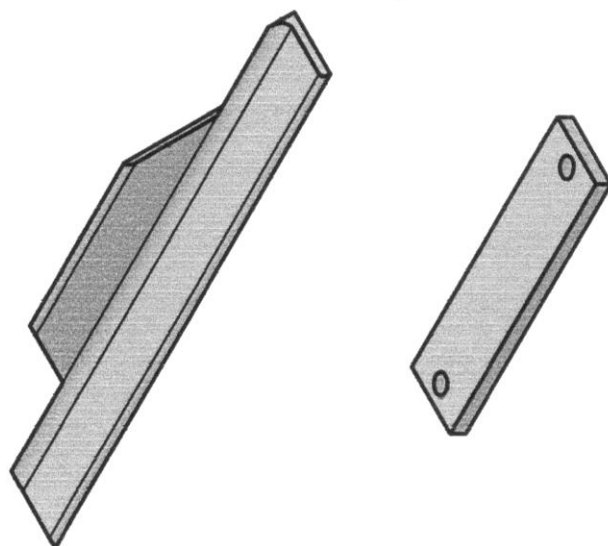




## TOLERANSI UKURAN SUDUT

Panjang dari sisi yang pendek	s/d 10				10 - 50	50 - 120	120 - 400	
	Dalam derajat dan menit	$\pm 1^{\circ}$				$\pm 30^{\circ}$	$\pm 20^{\circ}$	$\pm 10^{\circ}$
Variasi yang dijinkan	Dalam mm tiap 100 mm	$\pm 1,8$				$\pm 0,9$	$\pm 0,6$	$\pm 0,3$

## TOLERANSI UKURAN LINEAR

Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	± 0,2	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2
Menengah	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8
Halus	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3



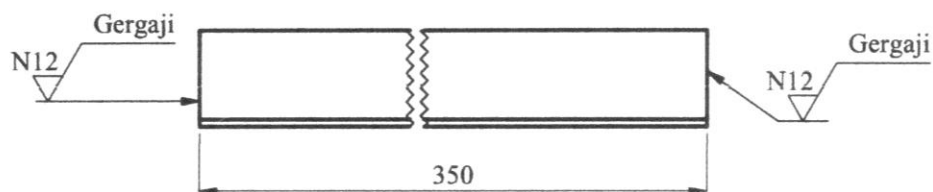
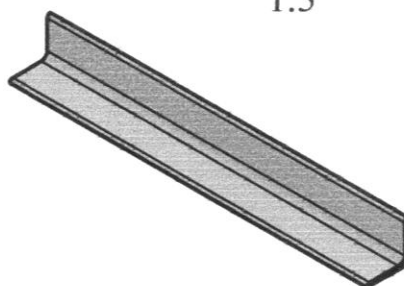
2	Rangka Bawah	1.m	Besi Siku	40 X 40 X 4 mm	KETERANGAN								
2	Rangka Bawah	1.n	Besi Plat	8 X 40 mm									
JMLH	NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN									
	Perubahan				Pengganti dari: Diganti dengan:								
<div><div><div>Rangka Bawah 1.m</div><div>dan Rangka Bawah 1.n</div></div><div><div>Skala 1:3</div><div><table><tr><td>Digambar</td><td>Ahmad.M</td></tr><tr><td>Dilihat</td><td>Suyanto M.Pd.,M.T.</td></tr><tr><td>Diperiksa</td><td>Suyanto M.Pd.,M.T.</td></tr><tr><td>Disetujui</td><td>Suyanto M.Pd.,M.T.</td></tr></table></div></div></div>						Digambar	Ahmad.M	Dilihat	Suyanto M.Pd.,M.T.	Diperiksa	Suyanto M.Pd.,M.T.	Disetujui	Suyanto M.Pd.,M.T.
Digambar	Ahmad.M												
Dilihat	Suyanto M.Pd.,M.T.												
Diperiksa	Suyanto M.Pd.,M.T.												
Disetujui	Suyanto M.Pd.,M.T.												
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK					09508131005  A4								



Toleransi Kasar  $\nabla^{N12}$

1.o Rangka Bawah 1.o

Skala  
1:5



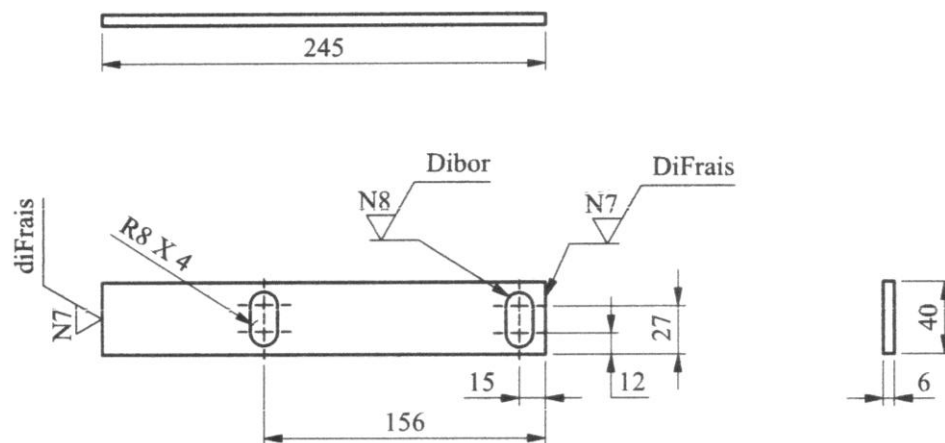
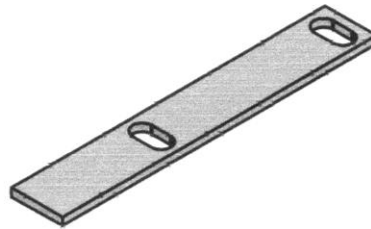
#### TOLERANSI UKURAN *LINEAR*

Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
Menengah	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
Halus	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$

2	Rangka Bawah	1.o	Besi Siku	40 X 40 X 4 mm	
JMLH	NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
	Perubahan			Pengganti dari: Diganti dengan:	
	Rangka Bawah 1.o			Skala	Digambar
				1:3	Dilihat
					Diperiksa
					Disetujui
	UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK			09508131005	A4



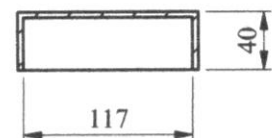
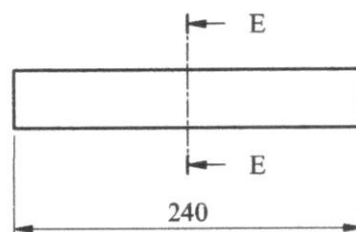
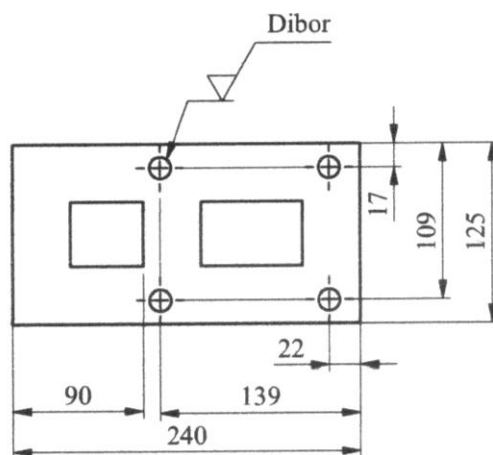
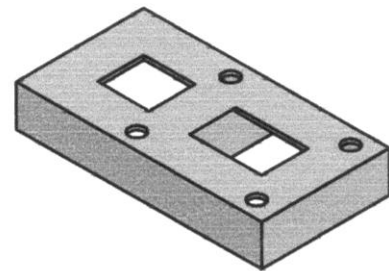
Toleransi Halus  $\nabla^{N7/}$  ( $\nabla^{N8/}$ )



#### TOLERANSI UKURAN *LINEAR*

Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
Menengah	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
Halus	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$

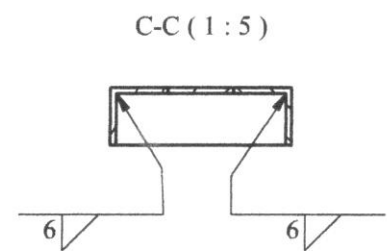
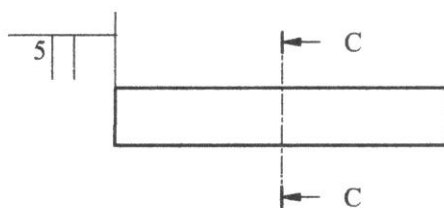
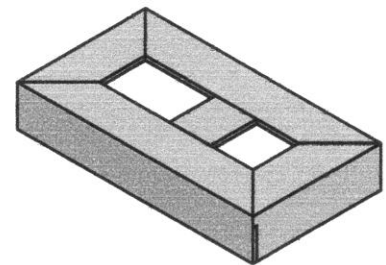
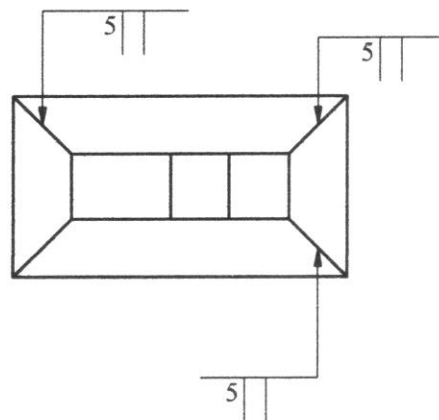
	2	Dudukan Motor	2	Besi Plat	6 X 40 mm	
JUMLAH		NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
		Perubahan			Pengganti dari: Diganti dengan:	
		<b>DUDUKAN MOTOR</b>			Skala 1:4	Digambar Ahmad.M
						Dilihat Suyanto M.Pd.,M.T.
						Diperiksa Suyanto M.Pd.,M.T.
						Disetujui Suyanto M.Pd.,M.T.
		UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK			09508131005	A4



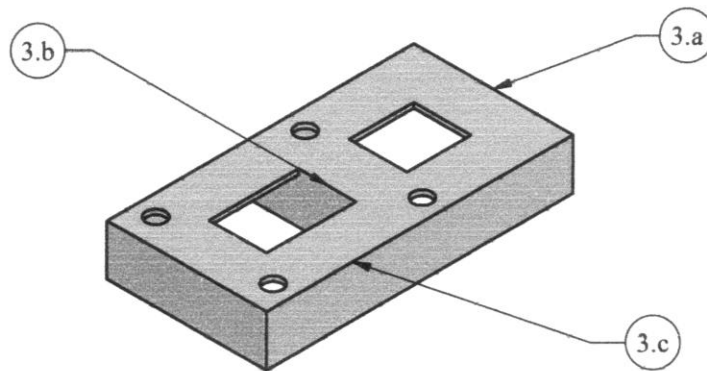
### TOLERANSI UKURAN *LINEAR*

Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	± 0,2	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2
Menengah	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8
Halus	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3

		1	Dudukan reduser	3	Besi Siku	40 x 40 x 4 mm	Dilas Busur		
JUMLAH			NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN		
			Perubahan				Pengganti dari: Diganti dengan:		
			DUDUKAN REDUSER			Skala 1:5	Digambar		Ahmad.M
							Dilihat		Suyanto M.Pd.,M.T.
							Diperiksa		Suyanto M.Pd.,M.T.
							Disetujui		Suyanto M.Pd.,M.T.
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK						09508131005		A4	



		1	Dudukan reduser	3	Besi Siku	40 x 40 x 4 mm	Dilas Busur		
JUMLAH			NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN		
			Perubahan			Pengganti dari: Diganti dengan:			
			DUDUKAN REDUSER			Skala 1:5	Digambar		Ahmad.M
							Dilihat		Suyanto M.Pd.,M.T.
							Diperiksa		Suyanto M.Pd.,M.T.
							Disetujui		Suyanto M.Pd.,M.T.
			UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK			09508131005		A4	

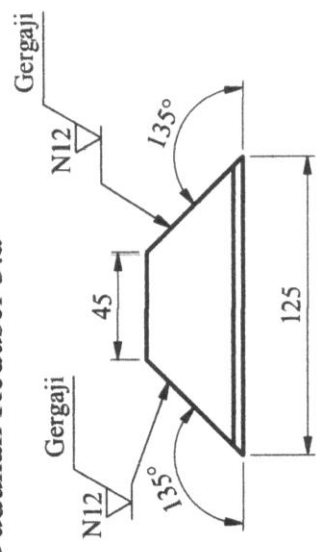


PARTS LIST			
NO	MATERIAL	NAME PART	QTY
3.a	Besi Siku	Dudukan Reduser 3.a	2
3.b	Besi Siku	Dudukan Reduser 3.b	1
3.c	Besi Siku	Dudukan Reduser 3.c	2

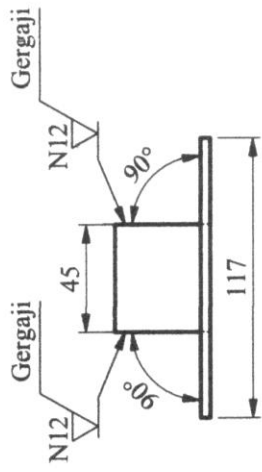
		1	Dudukan reduser <i>part list</i>	3	Besi Siku	40 x 40 x 4 mm			
JUMLAH		NAMA BAGIAN		NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN		
		Perubahan					Pengganti dari: Diganti dengan:		
		<b>DUDUKAN REDUSER</b> <b>PART LIST</b>				Skala 1:5	Digambar		Ahmad.M
							Dilihat		Suyanto M.Pd.,M.T.
							Diperiksa		Suyanto M.Pd.,M.T.
							Disetujui		Suyanto M.Pd.,M.T.
		UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK				09508131005			A4

Toleransi Kasar

3.a Dudukan Reduser 3.a



3.b Dudukan Reduser 3.b



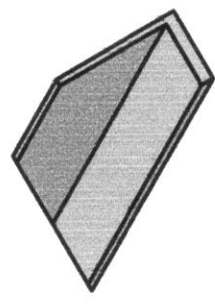
TOLERANSI UKURAN SUDUT

Panjang dari sisi yang pendek	s/d 10	10 - 50	50 - 120	120 - 400
Variasi yang diijinkan	± 1°	± 30°	± 20°	± 10°
Dalam derajat dan menit	± 1,8	± 0,9	± 0,6	± 0,3

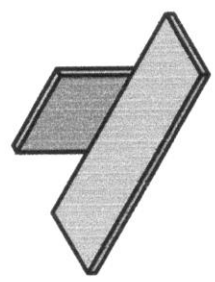
TOLERANSI UKURAN LINEAR

Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	± 0,2	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2
Menengah	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8
Halus	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3

3.a



3.b



2	Dudukan Reduser 3.a	3.a	Besi Siku	40 X 40 X 4 mm	
1	Dudukan Reduser 3.b	3.b	Besi Siku	40 X 40 X 4 mm	
JMLH	NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
	Perubahan				Pengganti dari: Digambar Diganti dengan:
	DUDUKAN REDUSER 3.a DAN DUDUKAN REDUSER 3.b			Skala 1:3	Digambar Dilihat Diperiksa Disetujui
	UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK			09508131005	A4

Ahmad M

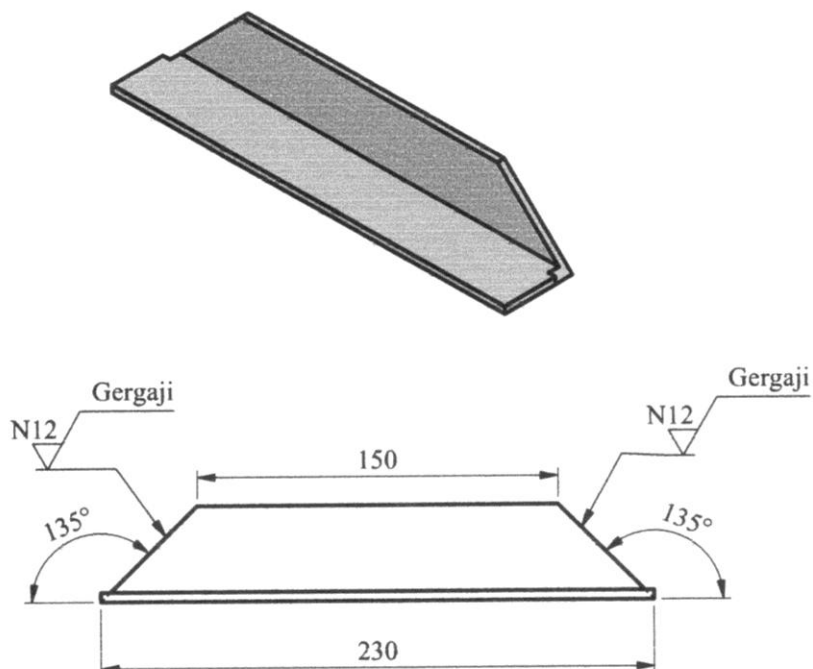
Suyanto M.Pd.,M.T.

Suyanto M.Pd.,M.T.

Suyanto M.Pd.,M.T.

Toleransi Kasar  $\nabla$  N12

3.c Dudukan Reduser 3.c




TOLERANSI UKURAN SUDUT

Panjang dari sisi yang pendek		s/d 10	10 - 50	50 - 120	120 - 400
Variasi yang diijinkan	Dalam derajat dan menit	$\pm 1^\circ$	$\pm 30^\circ$	$\pm 20^\circ$	$\pm 10^\circ$
	Dalam mm tiap 100 mm	$\pm 1,8$	$\pm 0,9$	$\pm 0,6$	$\pm 0,3$

TOLERANSI UKURAN LINEAR

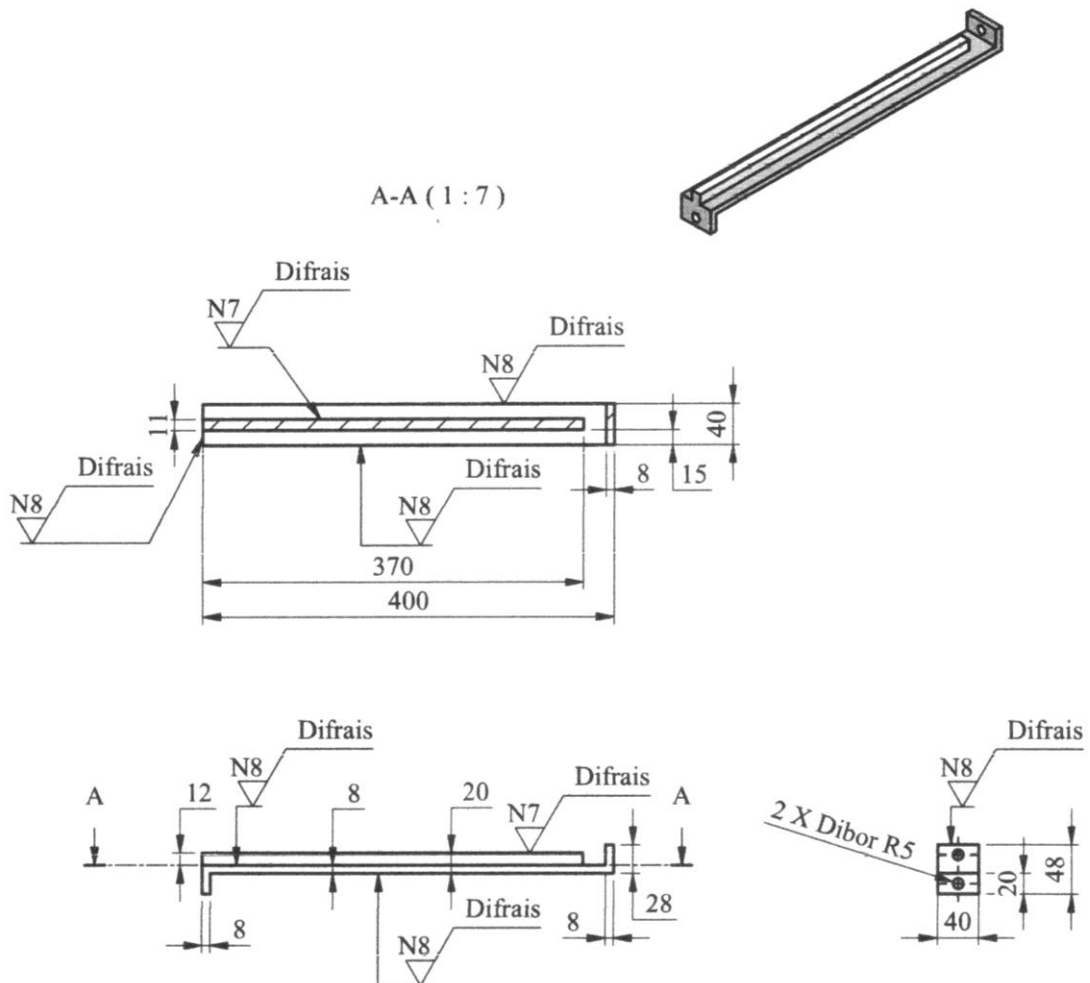
Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
Menengah	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
Halus	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$

	2	Dudukan Reduser 3.c	3.c	Besi Siku	40 X 40 X 4 mm			
JMLH		NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN			
		Perubahan			Pengganti dari: Diganti dengan:			
		<b>DUDUKAN REDUSER 3.c</b>			Skala	Digambar		Ahmad.M
					1:3	Dilihat		Suyanto M.Pd.,M.T.
						Diperiksa		Suyanto M.Pd.,M.T.
						Disetujui		Suyanto M.Pd.,M.T.
		<b>UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA</b> <b>FAKULTAS TEKNIK</b>			<b>09508131005</b>			<b>A4</b>



Toleransi Halus  $\nabla \text{N8} / (\nabla \text{N7})$

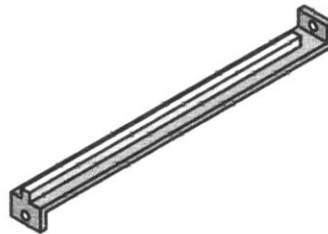
A-A (1 : 7)



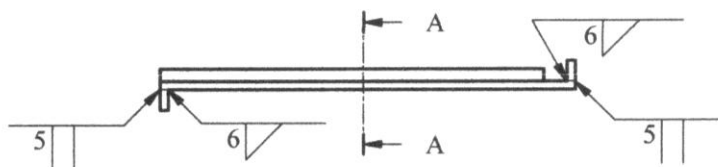
#### TOLERANSI UKURAN *LINEAR*

Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
Menengah	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
Halus	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$

		4	Slide	4	Besi Plat	8 x 40 mm	Dilas Busur		
JUMLAH		NAMA BAGIAN		NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN		
		Perubahan					Pengganti dari: Diganti dengan:		
		<i>SLIDE</i>				Skala 1:7	Digambar		Ahmad.M
							Dilihat		Suyanto M.Pd.,M.T.
							Diperiksa		Suyanto M.Pd.,M.T.
							Disetujui		Suyanto M.Pd.,M.T.
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK						09508131005		A4	



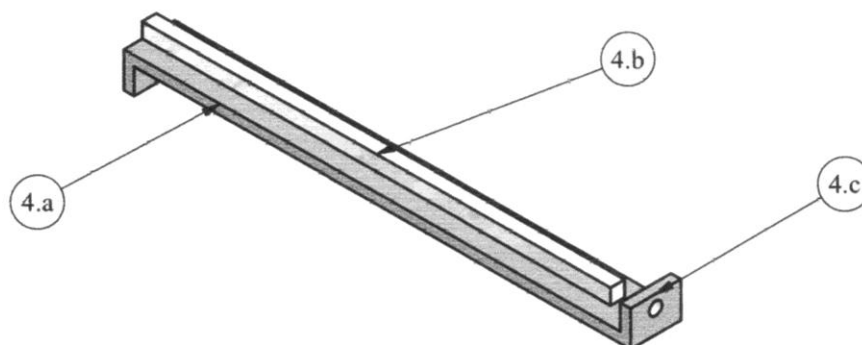
A-A (1 : 7)



### TOLERANSI UKURAN *LINEAR*

Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
Menengah	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
Halus	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$

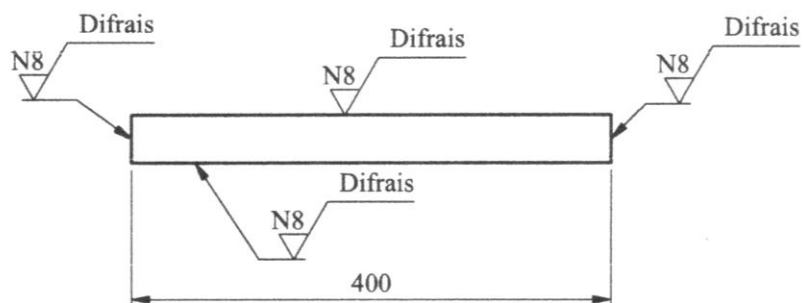
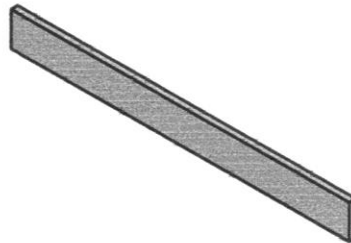
	4	Slide	4	Besi Plat	8 x 40 mm	Dilas Busur
JUMLAH		NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
		Perubahan			Pengganti dari: Diganti dengan:	
		<b>SLIDE</b>			Skala	Digambar
					1:7	Dilihat
						Diperiksa
						Disetujui
		UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK			09508131005	
					A4	



PARTS LIST			
ITEM	MATERIAL	NAME PART	QTY
4.a	BESI PLAT	SLIDE 4.a	4
4.b	BESI BALOK	SLIDE 4.b	4
4.c	BESI PLAT	SLIDE 4.c	8

		4	Slide Part List	4	Besi Plat	8 x 40 mm	
JUMLAH			NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
			Perubahan			Pengganti dari: Diganti dengan:	
			<b>SLIDE PART LIST</b>			Skala 1:7	Digambar Ahmad.M
							Dilihat Suyanto M.Pd.,M.T.
							Diperiksa Suyanto M.Pd.,M.T.
							Disetujui Suyanto M.Pd.,M.T.
			UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK			09508131005	A4

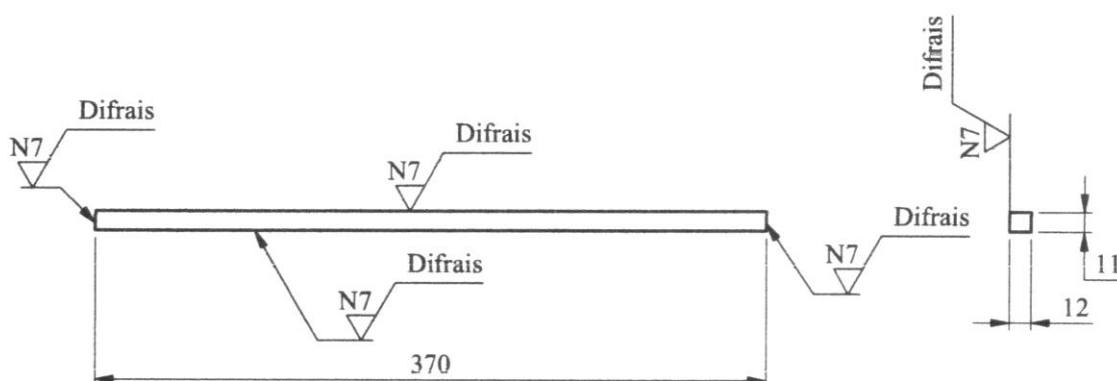
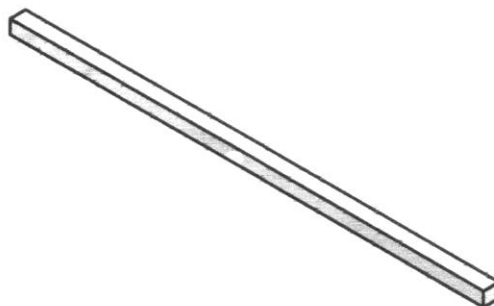
Toleransi Halus

TOLERANSI UKURAN *LINEAR*

Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
Menengah	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
Halus	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$

		4	Slide 1.a	1	Besi Plat	12 X 44 mm
JUMLAH			NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN
			Perubahan			Pengganti dari: Diganti dengan:
			<b>SLIDE 1.a</b>			Digambar
						Dilihat
						Diperiksa
						Disetujui
			UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK			09508131005
						A4

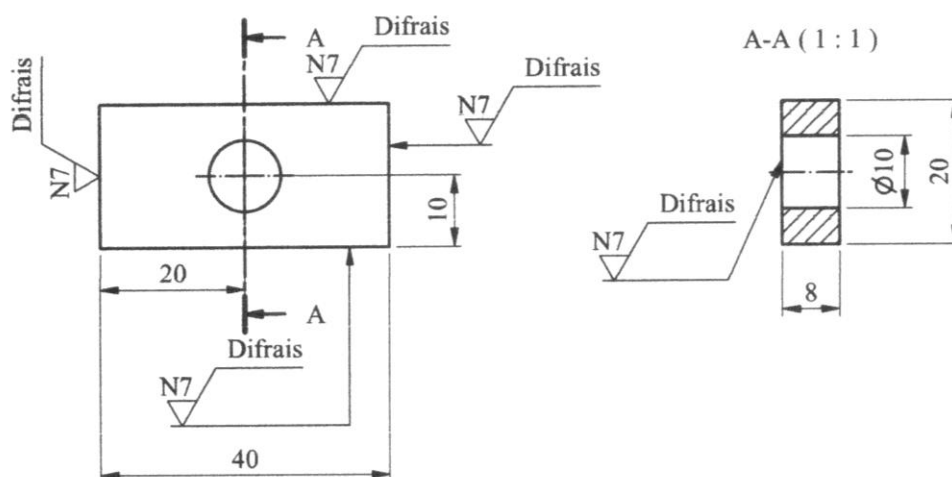
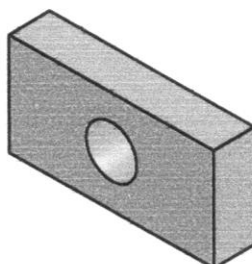
Toleransi Halus

TOLERANSI UKURAN *LINEAR*

Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
Menengah	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
Halus	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$

		4	Slide 1.b	2	Besi Plat	14 X 14 mm		
JUMLAH			NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN		
			Perubahan			Pengganti dari: Diganti dengan:		
			<div style="text-align: center;"> <h1>SLIDE 1.b</h1> <p>UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK</p> </div>			Skala 1:4	Digambar Dilihat Diperiksa Disetujui	Ahmad.M Suyanto M.Pd.,M.T. Suyanto M.Pd.,M.T. Suyanto M.Pd.,M.T.
						09508131005	A4	

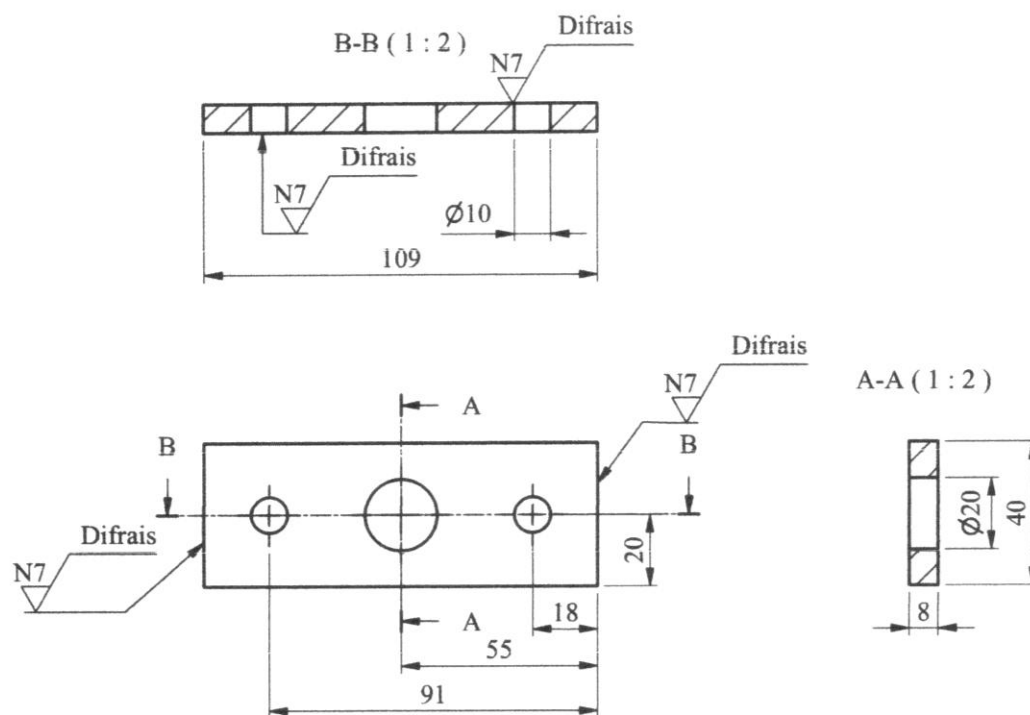
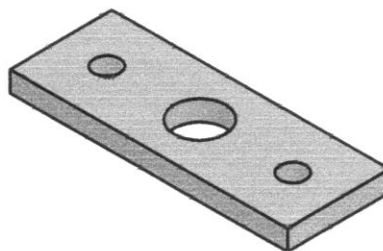
Toleransi Halus

TOLERANSI UKURAN *LINEAR*

Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
Menengah	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
Halus	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$

	8	Slide 1.c	3	Besi Plat	10 X 25 mm	
JUMLAH		NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
		Perubahan			Pengganti dari: Diganti dengan:	
		<b>SLIDE 1.c</b>			Skala 1:1	Digambar Ahmad.M
						Dilihat Suyanto M.Pd.,M.T.
						Diperiksa Suyanto M.Pd.,M.T.
						Disetujui Suyanto M.Pd.,M.T.
		UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK			09508131005	A4

Toleransi Halus  $\nabla N7$

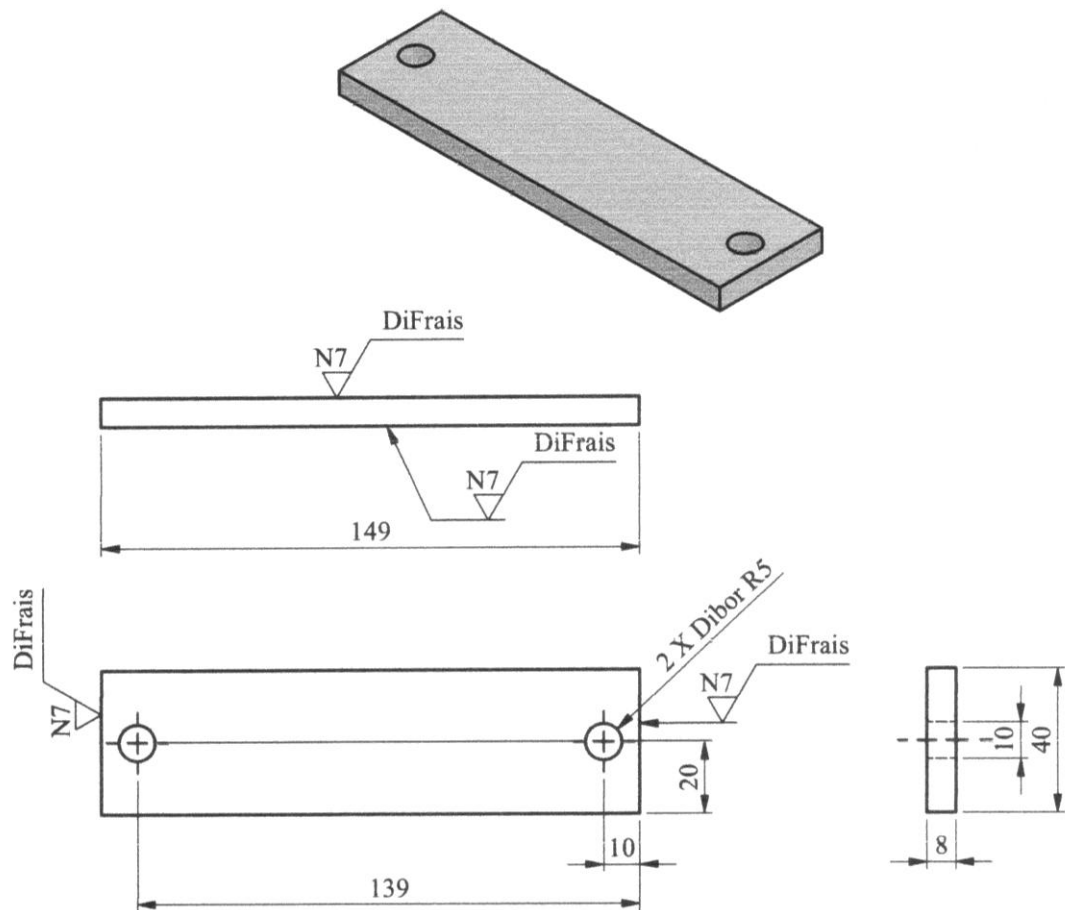


#### TOLERANSI UKURAN *LINEAR*

Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
Menengah	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
Halus	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$

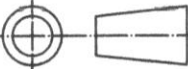
	2	Tutup Slide	5	Besi Plat	8 x 40 mm	
JUMLAH		NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
		Perubahan			Pengganti dari: Diganti dengan:	
		TUTUP SLIDE			Digambar	Ahmad.M
					Dilihat	Suyanto M.Pd.,M.T.
					Diperiksa	Suyanto M.Pd.,M.T.
					Disetujui	Suyanto M.Pd.,M.T.
		UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK			09508131005	A4

Toleransi Halus  $\nabla$  N7



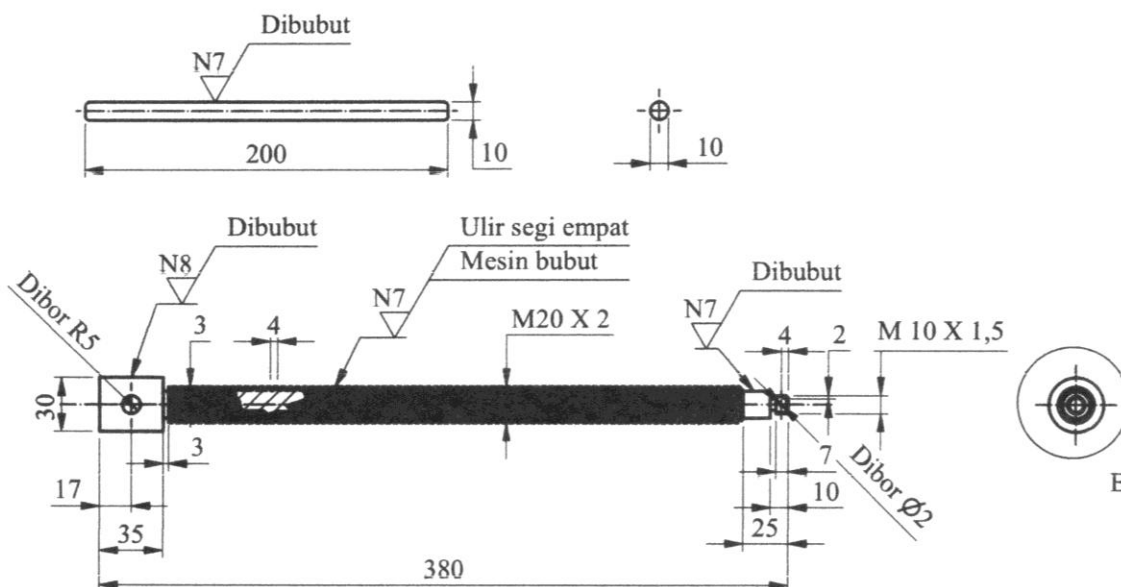
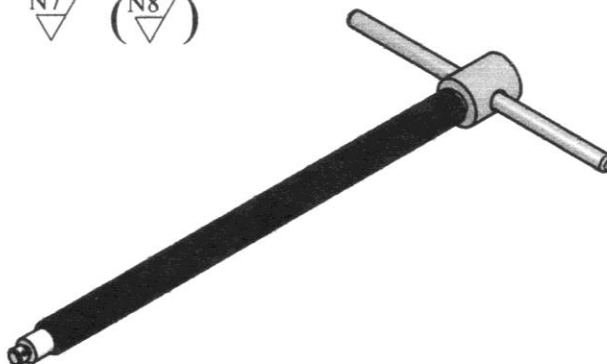
#### TOLERANSI UKURAN *LINEAR*

Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
Menengah	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
Halus	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$

		2	Landasan <i>Slide</i>	6	Besi Plat	8 x 40 mm		
JUMLAH		NAMA BAGIAN		NO.BAG	BAHAN	UKURAN		
		Perubahan				Pengganti dari: Diganti dengan:		
		LANDASAN <i>SLIDE</i>			Skala 1:2	Digambar		Ahmad.M
						Dilihat		Suyanto M.Pd.,M.T.
						Diperiksa		Suyanto M.Pd.,M.T.
						Disetujui		Suyanto M.Pd.,M.T.
		UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK			09508131005		A4	



Toleransi Halus  $\nabla$  N7/ ( $\nabla$  N8/)

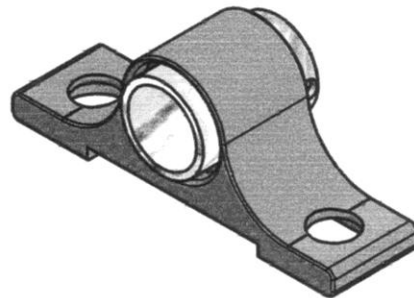


#### TOLERANSI UKURAN LINEAR

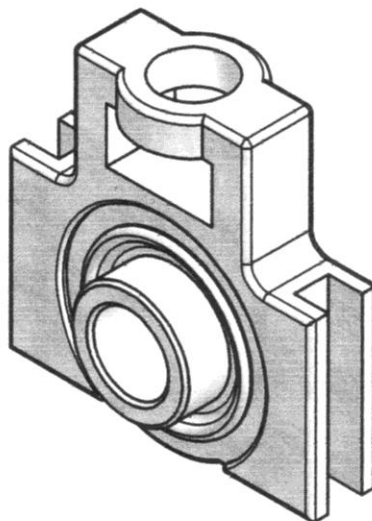
Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
Menengah	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
Halus	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$

	2	Handle	7	Besi As	1 in	
JUMLAH		NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
		Perubahan			Pengganti dari: Diganti dengan:	
		HANDLE			Digambar	Ahmad.M
					Dilihat	Suyanto M.Pd.,M.T.
					Diperiksa	Suyanto M.Pd.,M.T.
					Disetujui	Suyanto M.Pd.,M.T.
		UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK			09508131005	A4

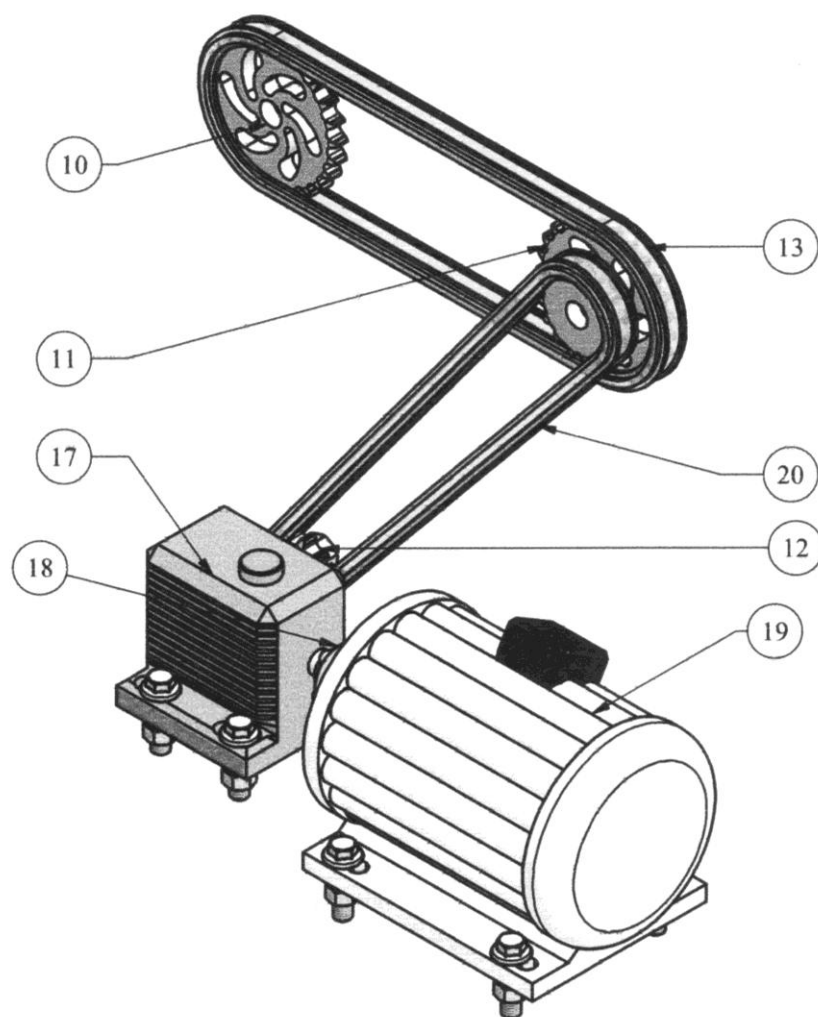
8

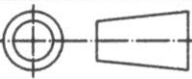


9

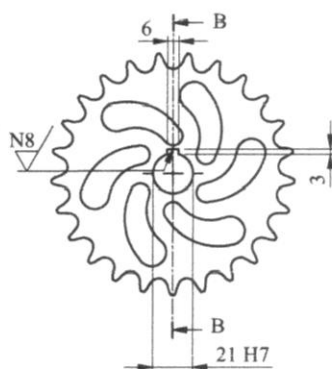
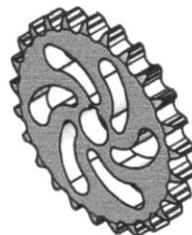


		4	UCP	8	Besi Cor		BELI		
		2	UCF	9	BESI Cor		BELI		
JUMLAH			NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN		
			Perubahan				Pengganti dari: Diganti dengan:		
			UCP DAN UCF			Skala	Digambar		Ahmad.M
						1:1.5	Dilihat		Suyanto M.Pd.,M.T.
							Diperiksa		Suyanto M.Pd.,M.T.
							Disetujui		Suyanto M.Pd.,M.T.
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK						09508131005		A4	

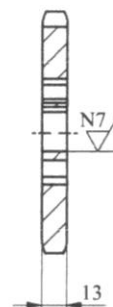


	1	<i>Gear Single RS40</i>	10	STANDART	-	BELI
	1	<i>Gear Double RS40 &amp; RS50</i>	11	STANDART	-	BELI
	1	<i>Gear single RS50</i>	12	STANDART	-	BELI
	1	<i>Rantai RS40</i>	13	STANDART	-	BELI
	1	<i>Reduser 1:60</i>	17	STANDART	1:60	BELI
	1	<i>Kopel</i>	18	STANDART	-	BELI
	1	<i>Motor listrik</i>	19	STANDART	1 HP	BELI
	1	<i>Rantai RS50</i>	20	STANDART	-	BELI
JUMLAH		NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
		Perubahan			Pengganti dari: Diganti dengan:	
<b>ALAT/MESIN Pengerol PIPA</b>				Skala 1:5	Digambar	Ahmad.M
					Dilihat	Suyanto M.Pd.,M.T.
					Diperiksa	Suyanto M.Pd.,M.T.
					Disetujui	Suyanto M.Pd.,M.T.
<b>UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK</b>					<b>09508131005</b>	<b>A4</b>

TOLERANSI HALUS  $\nabla$  (  $\nabla$  N7 Dibut ,  $\nabla$  N8 Disloting )



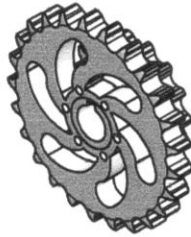
B-B (1 : 3)

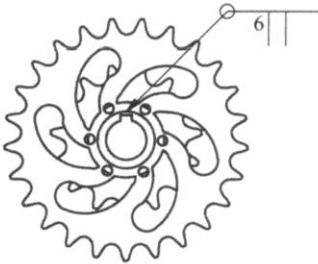


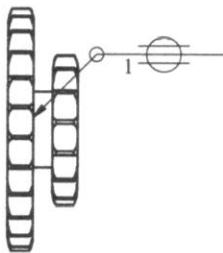
#### TOLERANSI UKURAN *LINEAR*


Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
Menengah	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
Halus	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$

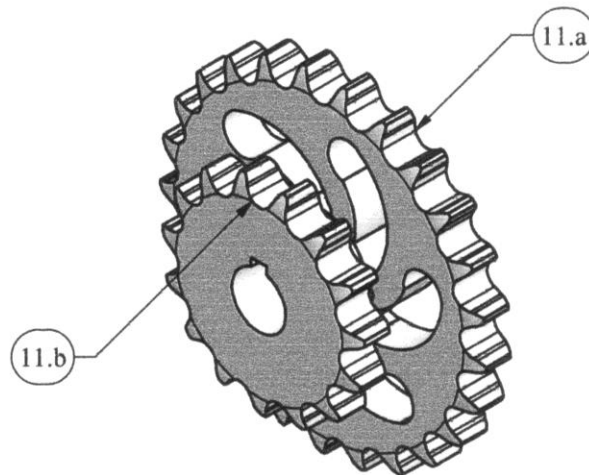
	1	GEAR RS40	10	Default	-	
JUMLAH		NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
		Perubahan			Pengganti dari: Diganti dengan:	
		GEAR			Digambar	Ahmad.M
					Dilihat	Suyanto M.Pd.,M.T.
					Diperiksa	Suyanto M.Pd.,M.T.
					Disetujui	Suyanto M.Pd.,M.T.
		UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK			09508131005	A4



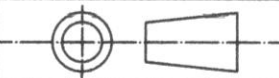




		1	GEAR DOUBLE	11	Default	-	
JUMLAH			NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
			Perubahan			Pengganti dari: Diganti dengan:	
			GEAR DOUBLE	Skala 1:3		Digambar Dilihat Diperiksa Disetujui	Ahmad.M Suyanto M.Pd.,M.T. Suyanto M.Pd.,M.T. Suyanto M.Pd.,M.T.
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK						09508131005	A4



PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
11.a	1	GEAR RS50	BELI
11.b	1	GEAR RS40	BELI

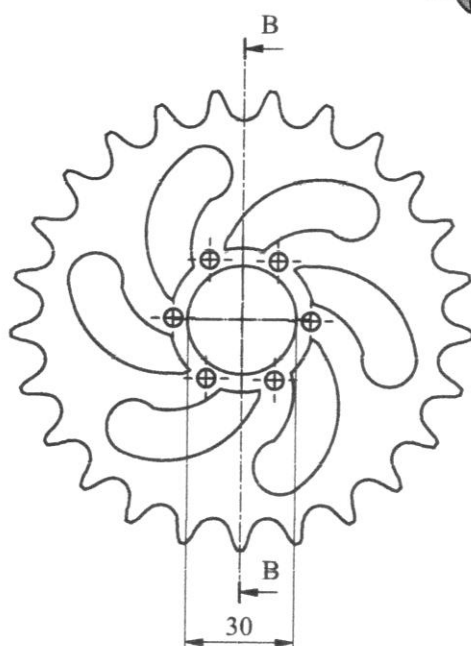
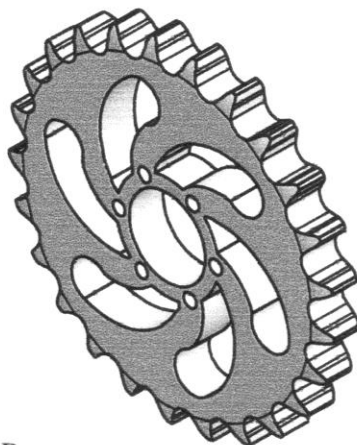
		1	GEAR DOUBLE	11	Default	-			
JUMLAH			NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN		
			Perubahan				Pengganti dari: Diganti dengan:		
			GEAR DOUBLE			Skala 1:2	Digambar		Ahmad.M
							Dilihat		Suyanto M.Pd.,M.T.
							Diperiksa		Suyanto M.Pd.,M.T.
							Disetujui		Suyanto M.Pd.,M.T.
			UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK			09508131005		A4	

TOLERANSI HALUS

Dibubut

✓ (  $\nabla \sqrt{\frac{N7}{-}}$  )

11.a



B-B ( 1:2 )

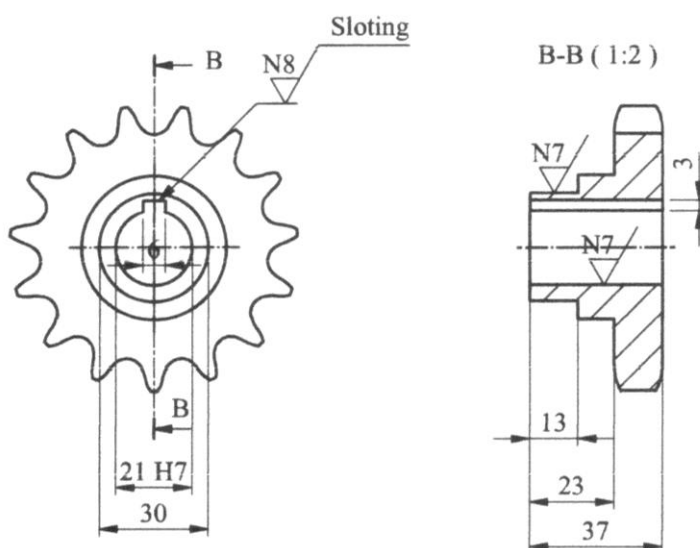
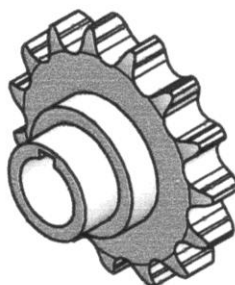
TOLERANSI UKURAN *LINEAR*

Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
Menengah	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
Halus	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$

		1	GEAR RS40	11.a	Default	-			
JUMLAH			NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN		KETERANGAN	
			Perubahan				Pengganti dari: Diganti dengan:		
			GEAR RS40 11.a			Skala 1:2	Digambar		Ahmad.M
							Dilihat		Suyanto M.Pd.,M.T.
							Diperiksa		Suyanto M.Pd.,M.T.
							Disetujui		Suyanto M.Pd.,M.T.
			UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK			09508131005		A4	

TOLERANSI HALUS  $\nabla$  (  $\nabla$  (N7  $\nabla$  Dibubut,  $\nabla$  (N8  $\nabla$  Sloting ) )

11.b






#### TOLERANSI UKURAN *LINEAR*

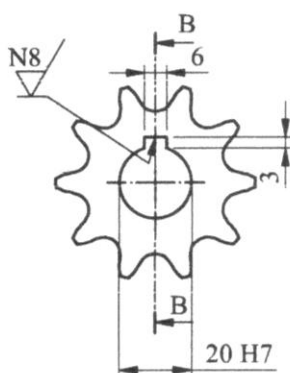
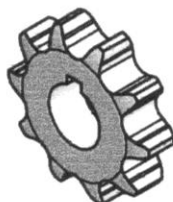
Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
Menengah	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
Halus	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$

		1	GEAR RS50	11.b	Default	-			
JUMLAH			NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN		
			Perubahan				Pengganti dari: Diganti dengan:		
			GEAR RS40 11.b			Skala 1:2	Digambar		Ahmad.M
							Dilihat		Suyanto M.Pd.,M.T.
							Diperiksa		Suyanto M.Pd.,M.T.
							Disetujui		Suyanto M.Pd.,M.T.
			UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK			09508131005			A4



## 12. TOLERANSI HALUS


 (  <sup>Dibubut</sup> ,  <sup>Disloting</sup> )



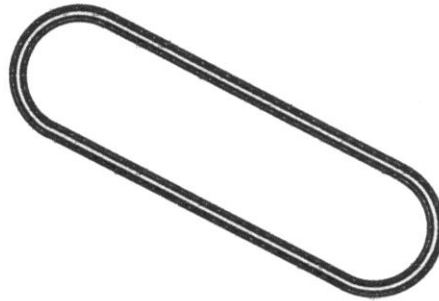
B-B ( 1 : 2 )

TOLERANSI UKURAN *LINEAR*

Tingkat ketelitian	Ukuran Nominal (mm)					
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-315	315-1000
Kasar	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$
Menengah	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
Halus	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$

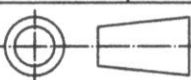
		1	GEAR RS50-2	12	Default	-
JUMLAH			NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN
			Perubahan			Pengganti dari: Diganti dengan:
			GEAR	Skala 1:2	Digambar	Ahmad.M
					Dilihat	Suyanto M.Pd.,M.T.
					Diperiksa	Suyanto M.Pd.,M.T.
					Disetujui	Suyanto M.Pd.,M.T.
			UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK		09508131005	A4

13

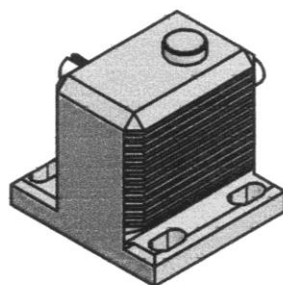


20



		1	Rantai RS40	13	Default	-			
		1	Rantai RS50	20	Default	-			
JUMLAH		NAMA BAGIAN		NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN		
			Perubahan				Pengganti dari: Diganti dengan:		
			RANTAI			Skala 1:7	Digambar		Ahmad.M
							Dilihat		Suyanto M.Pd.,M.T.
							Diperiksa		Suyanto M.Pd.,M.T.
							Disetujui		Suyanto M.Pd.,M.T.
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK					09508131005			A4	

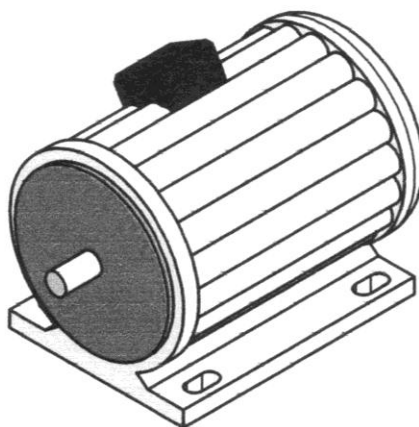
17



18

SKALA  
1:5

19



		1	REDUSER	17	Default	1:60			
		1	KOPEL	18	Default	-			
		1	MOTOR LISTRIK	19	Default	1 HP			
JUMLAH			NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN		
			Perubahan				Pengganti dari: Diganti dengan:		
			REDUSER, KOPEL DAN MOTOR LISTRIK			Skala 1:5	Digambar		Ahmad.M
							Dilihat		Suyanto M.Pd.,M.T.
							Diperiksa		Suyanto M.Pd.,M.T.
							Disetujui		Suyanto M.Pd.,M.T.
			UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK			09508131005			A4

## Lampiran 2. Borang Langkah kerja Proses Pembuatan Komponen



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK

FRM/MES/23-00  
02 Agustus 2007

## LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Alat Peragatall Dupa  
 Hari/Tanggal Pembuatan : Sabtu, 18 Oktober 2011  
 Tempat Membuat : Bengkel / Lapangan (toko bahan alat)  
 Nama Pembuat : Khadh: Dharman In Sapitro

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
1.	Membeli Bahan (motor listrik, reduser, gear sproket)	sepeda motor		,	-helm dan K3 bertanda bermotor	-	120 mnt	* toko : - U.D. Mayar (Jl. P. Diponegoro) - Toko Sumber Hani (Jl. Kaya Mayar 20 A)
2.	menganalisis proses pemrosesan rangkaian rangkai		- mengamati proses pemrosesan yang dilakukan kelompok lain	-	- wearaple	-	120 mnt.	Bengkel / Lapangan

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir



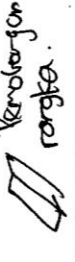


UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK

FRM/MES/23-002 August 2007

## LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat  
Hari/Tanggal Pembuatan  
Tempat Membuat  
Nama Pembuat

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
1.	Sedang mesin dan kelengkapan.	Tangan	menyiapkan peralatan.		- ukur - katamata	10 menit	15 menit	kefel periksaan
2.	 bar & clamp	bar & 1/6 S, 2 mm clamp	mencebor roda gigi perat & 1/6 S. per.	$n = 200$ CS =	- //	- 5 menit	5 menit	- //
3.	 bar & clamp	bor 17 dan mesin bubut clamp x.	mencebor roda gigi perat & 1/6 S. per.		- //	- 5 menit	5 menit	- //
4.	 bar & clamp	Gerinda potong, sikat, penggosok, kunci pas/mrg p.	membantu membuat rangka mesin		- //	120 menit	120 menit	- //

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK

FRM/MES/23-00  
02 Agustus 2007

### LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Pors  
Hari/Tanggal Pembuatan : Sabtu, 12 Agustus 2011  
Tempat Membuat : Bengkel Pemecahan  
Nama Pembuat : Moh. Dhamar TMS

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
1.		Merin bubutan Kelengkapan	bubut $\phi 22$	$n = 220$ saat roughing $n = 600$ saat finishing	Wearpack, Kacamata bubuk	30'	45'	
2.		—	bubut $\phi 20$	head = 1 saat roughing	—	30'	45'	
3.		—	balok B.K. bubut $\phi 22$	head = 0.4 saat finishing	—	30'	45'	
4.		—	bubut $\phi 20$	GS = 40 saat roughing	—	30'	45'	
				GS = 20 saat finishing				

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK

(15)

FRM/MES/23-00  
02 Agustus 2007

### LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat  
Hari/Tanggal Pembuatan  
Tempat Membuat  
Nama Pembuat

Membeli bahan (Bongkai Moli listrik)  
Sabtu, 12 November 2011  
N. Thomas Tri S.

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
		-Sepeda motor	-membeli tong betet		-tangan dan keberuntungan berkendara		1 jam	
		-	-membeli baut + mur		-		-	
		-	-membeli kunci pas		-		-	

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK

FRM/MES/23-00  
02 Agustus 2007

LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Poros  
 Hari/Tanggal Pembuatan : Sabtu, 11 November 2011  
 Tempat Membuat : Angkasa Teknik, Pengasinan  
 Nama Pembuat : Moch. Chomari, T.S.

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
1.	Setting Mesin Bubut dan Pengerjaannya.	- mesin bubut dan kelerengannya.	- setting data - setting bahan - setting alat		- memakai - sepatu safety - kawat mobil	15'	15'	
2.		- //	- bubut $\phi 22 \text{ mm}$ + bor senter - bubut $\phi 20 \text{ mm}$		- //	20'	75'	
3.		- //	- balok berakal + bor senter - bubut $\phi 22 \text{ mm}$ - bubut $\phi 20 \text{ mm}$		- //	60'	75'	
				roughing $n = 200$ feed = 0.8				
				CS = 40 finishing				

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir  
 $n = 600$   
 $\text{feed} = 0.12$   
 $CS = 60$





UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK

FRM/MES/23-C  
02 Agustus 200

### LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Poros Tengah  
 Hari/Tanggal Pembuatan : Sabtu 3 Desember 1989  
 Tempat Membuat : Barekbel Kemesan  
 Nama Pembuat : M. Wawan T.S.

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
1.		mesin bubut dan ketangkanya	- setting mesin bubut dan ketangkanya	$n = 270$	Wearmask, kacamata, sepatu safety	30'	30'	
2.		mesin bubut dan ketangkanya	- bubut $\phi 22$ sepanjang 35mm	$feed = 0.05$ $CS = 80$	—	60'	60'	
3.		—	bolak B.K. bubut $\phi 22$	Analisis $n = 600$	—	60'	60'	
4.		—	bubut $\phi 20$	$feed = 0.15$ $CS = 40$	—	60'	60'	
		—			—			

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir.

7



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK

FRM/MES/23-00  
02 Agustus 2007

### LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Roros  
 Hari/Tanggal Pembuatan : Sabtu, 17 Desember 2011  
 Tempat Membuat : Berkel Karsana  
 Nama Pembuat : Nach Promas (115)

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
1.		mesin bubut kelengkapan	- membuat dari besi 4mm x 25mm	roughing = finishing = feed = 1	- sarung - kaca mata - sarung	30'	40'	
2.		"	latihan pada ke 3 poros	finishing = - n = 360 - feed = 1	"	30'	11'	

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir




UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK

FRM/MES/23-00  
02 Agustus 2007

# LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Boros  
 Hari/Tanggal Pembuatan : Sabtu, 24 Desember 2011  
 Tempat Membuat : Bangko, Pamenan  
 Nama Pembuat : Ny. Phamar Tri S

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
1.		mesin bubut Donkolegkanya	- membuat ulir M 20 x 2,5	$n = 70$ $n_{th} = 2,5$	Wearpac Kacamata bubut	3 x 60'	3 x 85'	

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK

25

FRM/MES/23-00  
02 Agustus 2007

# LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Rods  
 Hari/Tanggal Pembuatan : Senin, 26 Desember 2011  
 Tempat Membuat : Pegadaian Kemoran  
 Nama Pembuat : M. Abdur TN 3

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
1.		- menggunakan kawat penganyam	- membuat ulir	$n = 70$ pitch: 2,5	- sarung - sarung - sarung	3 x 60' @ 2 jam		

7

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK

FRM/MES/23-0  
02 Agustus 200

### LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat  
Hari/Tanggal Pembuatan  
Tempat Membuat  
Nama Pembuat

Proses Terjadi 22 Desember 2011  
Siswa: ...  
Guru: ...  
Mentor: ...

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
1.		mesin bubut dan ketangkanya	membuat 22 rangkai yg dipotongkan. $n = 220$	$n = 220$ $feed = 1$	22000000 - kawatnya dibut - sepatu safety	40'	60'	beres alat pagi sampai sore
2.		—	membuat 20 yg dipotongkan	membuat 20 yg dipotongkan	—	40'	60'	menanti dan membeli bahan
3.		—	membuat alur finishing	membuat alur finishing $n = 600$ $feed = 0.1$	—	40'	80'	proses cutting dipotong satu sisi + changed
4.		—	menotong 1/2 harga 480	menotong 1/2 harga 480	—	40'	60'	
5.		menyandak ketangkanya	mengalokasikan plat sliding (lat)	mengalokasikan plat sliding (lat)	—	40'	60'	

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK

FRM/MES/23-00  
02 Agustus 2007

# LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat  
Hari/Tanggal Pembuatan  
Tempat Membuat  
Nama Pembuat

Proses Trench Slot gear syret +  
Rabu, 28 Desember 2011,  
Kampus 1, Yogyakarta,  
Jogjakarta, Indonesia

Langkah Kerja ke	Ilustrasi Gambar Pengerjaan	Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan	Deskripsi Pengerjaan	Hitungan Proses yang Digunakan	Tindakan Keselamatan	Prediksi Kebutuhan Waktu	Realisasi Kebutuhan Waktu	Catatan
1.		Mesin bubut dan selang pengalir	- mengasah poros tengah - memasang gear syret (kearah)		Wearap, memakai kawat 60'	60'	60'	lanjutan temuan
2.		Mesin sloting	- memasang gear syret (kearah)		" "	60'	60'	sebelum dislot 0,80 diger besar 7, menjadi 7 dan 20 mm
3.		Mesin frais	- membuat alur - mengasah poros		" "	60'	60'	2 buah poros 1 belum
4.		Mesin gergaji	- mengasah poros		" "	60'	60'	kerja kerangka jam 7 sampai jam 5

Keterangan : Realisasi dari Borang ini dilampirkan pada Laporan Proyek Akhir

## Lampiran 3. Data Pengujian Bahan

**DATA PENGUJIAN BAHAN**

Untuk mengetahui jenis bahan poros dan *roller* yang telah digunakan maka dilakukan pengujian bahan dengan menggunakan pengujian *Brinell Hardness Tester* (lihat Tabel 4). Bola baja yang digunakan berdiameter (D) 5 mm. Beban yang digunakan (P) 250 kg. Persamaan yang digunakan adalah:

$$\text{BHN} = \frac{P}{\left(\pi \cdot \frac{D}{2}\right) \left(D - \sqrt{D^2 - d^2}\right)}$$

Keterangan:

d = Diameter lekukan (mm)

Tabel Hasil Uji Kekerasan *Brinell Hardness Tester* Untuk Bahan Poros.

No	Diameter indetansi (mm)	Harga Kekerasan <i>Brinell</i> (kg/mm <sup>2</sup> )	Rata-rata (kg/mm <sup>2</sup> )
1	1,6	121,132	107,681
2	1,7	106,915	
3	1,8	94,998	

H

hasil data dari pengujian kekerasan *brinell* diatas memiliki kekerasan rata-rata 107,681 kg/mm<sup>2</sup>. Menurut Niemann (1999:96) dalam tabel baja DIN 17100, bahan dengan HB 105-125 termasuk bahan *St 37* (lihat Lampiran 4). Besarnya kekuatan tarik bahan ( $\sigma_B$ ), dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$\sigma_B = 0,345 \times \text{HB}$$

Keterangan:  $\sigma_B$  = kekuatan tarik bahan (kg/mm<sup>2</sup>)

Diketahui:

$$HB = 107,681 \text{ kg/mm}^2$$

Besarnya kekuatan tarik bahan ( $\sigma_B$ ), Berdasarkan persamaan di atas adalah:

$$\sigma_B = 0,345 \times HB$$

$$= 0,345 \times 107,681 \text{ kg/mm}^2$$

$$= 37,149 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_B = 37 \text{ kg/mm}^2$$



Lampiran 4. Tabel Baja Konsruksi Umum Menurut DIN 17100

Simbol dengan grup kualitas	2 Tipe deoksidasi	No. bahan	Jenis baja menurut EURONORM 25	Kadar C (%)	Kekuatan		Penggunaan	
					$\sigma_B$ sampai 100 mm $\phi$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_s$ min (N/mm <sup>2</sup> )	$\delta$ 5 min (%)	HB
St 33-1		1.0033	Fe 33-0	—	340...490	190	18	Untuk bagian tanpa beban khusus
St 33-2		1.0035	—		340...490	190	18	—
St 34-1	U	1.0100	Fe 34-A	0,17	330...410	200	28	Baja tempa, mudah dikerjakan, baik untuk paku keling dan sekrup, pelat ekstrusi dan pipa.
St 34-2	U	1.0150	Fe 34-B3FU	0,15				
	R	1.0102	Fe 34-B3FN					
	R	1.0108						
St 37-1	U	1.0110	Fe 37-A	0,20	360...440	240	25	Baja tempa, biasa dipakai dikonstruksi mesin, untuk tangki dan ketel, mudah dilas.
	R	1.0111						
St 37-2	U	1.0112	Fe 37-B3FU	0,18				
	R	1.0114	Fe 37-B3FN					
St 37-3	RR	1.0116	Fe 37-C3	0,17				
St 42-1	U	1.0130	Fe 42-A	0,25	410...490	250	22	Komponen pres dan tempa, poros ban sedang, batang engkol kecil, mudah dilas.
	R	1.0131						
St 42-2	U	1.0132	Fe 42-B3FU	0,25				
	R	1.0134	Fe 42-B3FN					
St 42-3	RR	1.0136	Fe 42-C3	0,23				
St 50-1	R	1.0530	Fe 50-1	0,25	490...590	290	20	Poros beban tinggi, batang engkol mudah dikerjakan, sulit dikeraskan.
St 50-2	R	1.0532	Fe 50-2	0,30				
St 52-3	RR	1.0841	Fe 52-C3	0,2	510...610	350	22	Baja konstruksi bangunan, mudah dilas.
St 60-1	R	1.0540	Fe 60-1	0,35	590...710	330	15	Untuk komponen pembebanan tinggi dan beban gesek, pena pasak, spi, roda gigi, spindel, dapat dikerjakan.
St 60-2	R	1.0572	Fe 60-2	0,40				
St 70-2	R	1.0632	Fe 70-2	0,5	690...830	360	10	Untuk komponen yang sangat keras, noken as, penggiling, cetakan, dapat dilakukan, temper dan bisa dikerjakan.

<sup>1</sup> Untuk grup kualitas utama, harus mengandung kadar % P, S atau N yang rendah.

Q : Tepi yang tidak retak; Z : batang tarik; P : tempa; R : untuk pipa.

<sup>2</sup> U : tidak stabil, R : stabil, RR : dituang dalam keadaan sangat stabil.

<sup>3</sup> Harga untuk tebal  $\leq 16$  mm, untuk 16...40,  $\sigma_s$ ... 10 N/mm<sup>2</sup>, untuk 40...100 mm,  $\sigma_s$ ... 20 N/mm<sup>2</sup> dipilih lebih rendah.

(G. Niemann, 1999:96)

## Lampiran 5. Simbol Tanda Pengerjaan

Simbol dasar/pokok yang tidak mempunyai arti untuk pengerjaan.	✓
Harus dikerjakan dengan suatu mesin, simbol pokok ditambah garis mendatar.	▽
Tidak boleh dikerjakan sedikitpun, simbol pokok ditambah lingkaran.	○

Simbol-simbol dengan harga kekasaran yang dikehendaki :




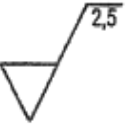
Harga kekasaran yang harus dicapai dikerjakan dengan mesin, misal N 6	N 6 / ✓
Harga kekasaran yang harus dicapai dikerjakan dengan cara-cara apapun boleh, kecuali dengan mesin.	N 6 /
Harga kekasaran yang harus dicapai tanpa dikerjakan sedikitpun.	N 6 / ○

Simbol-simbol dengan tambahan perintah pengerjaan :

Perintah harus dikerjakan dengan mesin yang dikehendaki mesin gerinda.	▽ <i>digerinda</i>
Harus diberi ukuran kelebihan, untuk pengerjaan berikutnya.	0,3 / ✓
Arah alur/serat permukaan, bekas pengerjaan dengan mesin : ⊥ ; = ; X ; M ; C ; R	▽ ⊥

(H. Sirod dan Pardjono, 1983:152)

## Lampiran 6. Simbol Kekasaran Menurut ISO

Simbol	Pengertian
	Permukaan harus dikerjakan dengan mesin tertentu. Misalnya dengan mesin frais.
	Kelebihan ukuran yang harus diberikan pada permukaan. Misalnya harus diberi kelebihan ukuran sebesar 0,3 mm.
	Arah bekas pengerjaan (tekstur) yang diinginkan. Macam-macam arah bekas pengerjaan dapat dipilih seperti pada tabel 13.5.
	Panjang sampel (contoh) yang dianjurkan (lihat tabel 13.1).

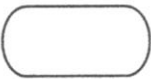


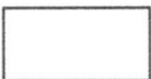
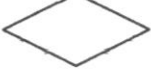



(Juhana, dan Suratman,2000:196)

## Lampiran 7. Nilai Kekasaran dan Tingkat Kekasaran Menurut ISO

Kekasaran $R_a$ ( $\mu\text{m}$ )	Tingkat kekasaran	Panjang sampel (mm)
50 25	N12 N11	8
12,5 6,3	N10 N 9	2,5
3,2 1,6 0,8 0,4	N 8 N 7 N 6 N 5	0,8
0,2 0,1 0,05	N 4 N 3 N 2	0,25
0,025	N 1	0,08

(Juhana, dan Suratman,2000:196)

## Lampiran 8. Lambang-lambang dari Diagram Aliran

Lambang	Nama	Keterangan
	Terminal	Untuk menyatakan mulai (start), berakhir (end) atau berhenti (stop).
	Input	Data dan persyaratan yang diberikan disusun disini.
	Pekerjaan orang	Di sini diperlukan pertimbangan-pertimbangan seperti pemilihan persyaratan kerja, persyaratan pengerjaan, bahan dan perlakuan panas, penggunaan faktor keamanan dan factor-faktor lain, harga-harga empiris, dll.
	Pengolahan	Pengolahan dilakukan secara mekanis dengan menggunakan persamaan, tabel dan gambar.
	Keputusan	Harga yang dihitung dibandingkan dengan harga Patokan, dll. Untuk mengambil keputusan.
	Dokumen	Hasil perhitungan yang utama dikeluarkan pada alat ini.
	Penghubung	Untuk menyatakan pengeluaran dari tempat keputusan ke tempat sebelumnya atau berikutnya, atau suatu pemasukan ke dalam aliran yang berlanjut.
	Garis aliran	Untuk menghubungkan langkah-langkah yang berurutan.

Catatan: Y = ya; T = tidak

Lampiran 9. Tabel feed dan Cs Mata Bor HSS

Diameter Mata Bor	Bahan dan Kecepatan potong ( m/menit)										Gerakmakan (mm/putaran)
	Alluminium	Kuningan dan Tembaga	Besi Tuang	Mild Steel	Baja karbon (0,4-0,5% C)	Baja perkakas 1.2%C	Baja Molibdenum	Baja Nickel 3,5	Stainless Steel dan Logam Monel	Besi Maleabel	
	70	50	25	30	20	20	15	16	14	24	
	RPM										
1,	1486	1061	530	636	424	424	318	339	297	509	0,0
	743	530	265	318	212	212	159	169	148	254	0,0
4,	495	353	176	212	141	141	106	113	99	169	0,1
	371	265	132	159	106	106	79	84	74	127	0,1
7,	297	212	106	127	84	84	63	67	59	101	0,1
	247	176	88	106	70	70	53	56	49	84	0,1
10,	212	151	75	91	60	60	45	48	42	72	0,2
1	185	132	66	79	53	53	39	42	37	63	0,2
13,	165	118	59	70	47	47	35	37	33	56	0,2
1	148	106	53	63	42	42	31	34	29	51	0,2
16,	135	96	48	57	38	38	29	30	27	46	0,2
1	123	88	44	53	35	35	26	28	24	42	0,2
19,	114	81	40	49	32	32	24	26	22	39	0,3
2	106	75	37	45	30	30	22	24	21	36	0,3

Lampiran 10. Pedoman Kecepatan Sayat pada Perkakas Baja Cepat (m/ menit)

Bahan	Membubut				Menggerik (membor)	Meluaskan	Mengetap	Memfrais					Menyerut V rata –rata 60
	Pembubutan Pendahuluan	Pembubutan akhir	Menggores	Memotong ulir				Frais kepala pisau	Frais selubung	Frais jari	Frais keping	Frais dibuat belakang	
Baja bukan paduan sampai 50 kN/cm <sup>2</sup>	38	48	21	12	30	9	7	26	21	24	19	15	24
50-60 kN/cm <sup>2</sup>	30	38	17	10	24	8	6	21	17	19	15	12	19
60-70 kN/cm <sup>2</sup>	26	34	15	9	21	7	5	19	15	17	13	10	17
70-85 kN/cm <sup>2</sup>	24	30	13	8	19	6	4	17	13	15	12	9	15
Baja otomatis	42	52	24	14	34	11	9	30	24	26	21	17	26
Baja paduan 70-85 kN/cm <sup>2</sup>	19	24	11	6	15	5	4	13	11	12	10	8	12
85-100 kN/cm <sup>2</sup>	15	19	8	5	12	4	3	11	8	9	7	6	9
100-140 kN/cm <sup>2</sup>	21	15	7	4	9	3	2,5	8	7	8	6	5	8
140-180 kN/cm <sup>2</sup>	9	12	5	3	7	2,5	2	6	5	6	5	5	6
Baja tuang sampai 50 kN/cm <sup>2</sup>	26	34	15	9	21	7	5	19	15	17	13	10	17
50-70 kN/cm <sup>2</sup>	17	21	10	6	13	4	3	12	10	11	9	7	11
di atas 70 kN/cm <sup>2</sup>	12	15	7	4	9	3	2,5	8	7	8	6	5	8
Besi tuang sampai 200 Brinell	24	30	13	8	19	6	5	17	13	15	12	9	15
200-250 Brinell	15	19	19	5	12	4	3	11	9	10	8	7	10
Besi tuang paduan 250-400 Brinell	12	15	7	4	9	3	2,5	8	7	8	6	5	8
Temperguss 32 - 38 kN/cm <sup>2</sup>	19	24	11	7	15	5	4	13	11	12	10	8	12
Tembaga	67	85	38	24	53	17	13	48	38	42	34	26	42
Kuningan remas	75	95	42	26	60	19	15	53	42	48	38	30	48
Kuningan tuang	60	75	34	20	48	15	12	42	34	38	30	24	38
Perunggu tuang	48	60	26	17	38	12	9	34	26	30	24	19	30
Perunggu remas	60	75	38	20	48	15	12	42	34	38	30	24	38
Aluminium	240	300	150	30	190	26	20	170	130	150	120	95	130
Paduan Al-Si-tuang	67	95	38	24	50	17	12	48	38	42	34	26	42
Paduan Al-remas	150	190	85	30	120	30	30	110	85	95	75	60	95
Logam putih	85	110	48	-	67	21	17	60	48	53	42	34	53
Paduan Mg	500	700	100	30	420	30	30	380	300	340	250	200	130
Paduan Zn	75	95	42	26	60	19	15	53	42	48	38	30	48
Bahan sintetis Pengeras termis	80	100	48	28	50	22	18	60	48	52	42	34	21
Termoplastik	600	800	350	100	120	30	30	600	500	550	450	150	130

Sumber : Alat-Alat Perkakas 1, 77



Lampiran 11. Tabel Ukuran Ulir Metris

ATMI  
Solo

Ulir Metris

Tabel Ukuran standar ulir kasar metris (JIS B 0205).

Ulir			Jarak bagi $p$	Tinggi kaitan $H_1$	Ulir dalam		
					Diameter luar $D$	Diameter efektif $D_2$	Diameter dalam $D_1$
1	2	3			Ulir luar		
					Diameter luar $d$	Diameter efektif $d_2$	Diameter inti $d_1$
M 6		M 7			1	0,541	6,000
M 8			1	0,541	7,000	6,350	5,917
			1,25	0,677	8,000	7,188	6,647
M 10		M 9	1,25	0,677	9,000	8,188	7,647
			1,5	0,812	10,000	9,026	8,376
		M 11	1,5	0,812	11,000	10,026	9,376
M 12	M 14		1,75	0,947	12,000	10,863	10,106
			2	1,083	14,000	12,701	11,835
M 16			2	1,083	16,000	14,701	13,835
M 20	M 18		2,5	1,353	18,000	16,376	15,294
			2,5	1,353	20,000	18,376	17,294
	M 22		2,5	1,353	22,000	20,376	19,294
M 24	M 27		3	1,624	24,000	22,051	20,752
			3	1,624	27,000	25,051	23,752
M 30			3,5	1,894	30,000	27,727	26,211
M 36	M 33		3,5	1,894	33,000	30,727	29,211
			4	2,165	36,000	34,402	31,670
	M 39		4	2,165	39,000	36,402	34,670
M 42	M 45		4,5	2,436	42,000	39,077	37,129
			4,5	2,436	45,000	42,077	40,129
M 48			5	2,706	48,000	44,752	42,587
M 56	M 52		5	2,706	52,000	48,752	46,587
			5,5	2,977	56,000	52,428	50,046
	M 60		5,5	2,977	60,000	56,428	54,046
M 64	M 68		6	3,248	64,000	60,103	57,505
			6	3,248	68,000	64,103	61,505

Catatan: (1) Kolom 1 merupakan pilihan utama. Kolom 2 atau kolom 3 hanya dipilih jika terpaksa.

## Lampiran 12. Presensi Kehadiran

## Presensi Kuliah Karya Teknologi Mahasiswa Angkatan 2009

Kelas	Kelompok	Nama	Jenis Kelamin	Nomor Mahasiswa	Konsentrasi	Judul Proyek Akhir	Dosen Pembimbing I	Dosen Kuliah	Pelaksanaan Kuliah	Pertemuan Minggu Ke dan Tgl																			
										1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
C2	22	Ari Prasetyo	♂	09 508131004	Perancangan	Perancangan Mesin Pengaduk Reaktor Biogas	Arif Marwanto, M Pd	Sabtu jam 12.00 - 17.00	Tiwan, MT.	1	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	97%		
	22	Panji Winarno	♂	09 508131013	Fabrikasi	Proses Pembuatan Rangka pada Mesin				1	1	1	1	0	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	29	91%	
	22	Khanifudin	♂	09 508131018	Fabrikasi	Proses Pembuatan Srip pada Mesin				1	1	0.5	1	1	1	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	30	94%	
	22	Ilham Nuryuda	♂	09 508131016	Pemesinan	Proses Pembuatan Roda Gigi Cacing pada Mesin				1	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	31	97%	
	22	Irwan Dwis Hasta	♂	09 503241033	Pemesinan	Proses Pembuatan Poros, dan Ullir Cacing pada Mesin				1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	31	97%	
	23	Hari Santoso	♂	09 503241 026	Perancangan	Perancangan Mesin Perajang Tembaku	Drs. Suyanto, M Pd, MT			1	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	31	97%
	23	Arfan Tri A	♂	09 503241 028	Pemesinan	Proses Pembuatan Sistem Transmisi Daya Pada Mesin				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	32	100%	
	23	Sardi	♂	09 503241 030	Fabrikasi	Proses Pembuatan Rangka Pada Mesin Perajang				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	32	100%	
	23	Catur Suharyadi	♂	09 503241 031	Pemesinan	Proses Pembuatan Mekanisme Motor Pada Mesin				1	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	31	97%	
	23	Handika P	♂	09 503241 033	Fabrikasi	Proses Pembuatan Casing Mesin Pada Mesin Perajang				1	1	1	0	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	29	91%
23	Arifudin	♂	09 503241 035	Pemesinan	Proses Pembuatan Mekanisme Rajangan Pada Mesin	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	32	100%		
24	Catur Nugroho	♂	09 508131023	Perancangan	Perancangan Mesin Pembuat Es Krim	Drs. Tiwan MT	1			1	1	1	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	31	97%	
24	Ahmad Khoirul Rizki	♂	09 5032444027	Pemesinan	Proses Pembuatan Poros Pada Mesin Pembuat Es Krim		1			1	1	1	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	31	97%	
24	Trihango Nugrahanto	♂	09 5032444032	Pemesinan	Proses Pembuatan Celam dan Tahanan Pada Mesin		1			0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	28	88%		
24	Ahmad Nur Kholis	♂	09 5032444005	Fabrikasi	Proses Pembuatan Soblok Dalam dan Luar Pada Mesin		1			1	1	1	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	31	97%		
25	Ahmad Mustaqim	♂	09 508131005	Perancangan	Perancangan Mesin /Alat Pengrol Pipa		1			1	0.5	0.5	1	1	1	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	29	91%		
25	Chahya S	♂	09 508131010	Fabrikasi	Proses Pembuatan Rangka Atas	1	1			1	1	1	0	1	1	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	28	88%			
25	Muh. Syahun	♂	09 503241003	Fabrikasi		1	1			0.5	0.5	1	1	1	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	29	91%			
25	Moch. Damar Tri S	♂	09 508131012	Pemesinan		1	1			1	0	1	1	1	1	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	29	91%			
25	Muh. Ricky Alvan		09 503244040	Pemesinan		1	1			0.5	0.5	0.5	1	0.5	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	26	81%			



## Lampiran 13. Kartu Bimbingan


 UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
 FAKULTAS TEKNIK

 FRM/MES/28-00  
 02 Agustus 2007

## Lampiran...: Kartu Bimbingan Proyek Akhir

Judul Proyek Akhir : PROSES PEMBUATAN POROS TETAP, POROS GESER  
 DAN ROLLER PADA ALAT/MESIN Pengeroll PIPA  
 Nama Mahasiswa : Mochammad Dhamar Tri Saputro  
 No Mahasiswa : 09508131012  
 Dosen Pembimbing : Drs. Suyanto, M.Pd, M.T

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda Tangan Dosen Pembimbing
1.	Selasa 29 Juli '12	Konsultasi Lap. TA	—	
2.	Rabu 25 Juli '12	BAB I	REVISI, TATATULIS	
3.	Kamis 26 Juli '12	BAB I	BAB I OK.	
4.	Jum'at 27 Juli '12	BAB II 1-14	TATA TULIS, GAMBAR TESK BOX	
5.	Senin 30 Juli '12	BAB II Hal 1-14	REVIS TATA TULIS, GAMBAR, MATERI	
6.	<del>Selasa</del> 31 Juli '12	BAB II Hal 1-14	GAMBAR DIBERI GARIS TERI	
7.	Rabu 1 Agustus '12	BAB II Hal 1-14	BAB II HAL 1-14 OK	
8.	Kamis 2 Agustus '12	BAB II Hal 14-48	REVISI, TABEL SPASI 1, GARIS DOBLE PADA BINGKAI.	
9.	Jum'at 3 Agustus '12	BAB II Hal 14-48	REVISI SEPIKIP.	
10.	Senin 6 Agustus '12	BAB II Hal 14-48	REVISI BUMUS, MENGO- NAKAN EQUATION.	



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK

FRM/MES/28-00  
02 Agustus 2007

11.	SENIN. 3 SEPT. '12.	BAB II Hal. 14-48.	BAB II OK.	<i>Git</i>
12.	SELASA. 4 SEPT. '12.	BAB III + BAB IV	BAB III REVISI. TATA TULIS. (Halaman diposken)	<i>Git</i>
13.	PABU 4 SEPT. '12.	BAB III + BAB IV	BAB III OK. BAB IV REVISI TATA TULIS.	<i>Git</i>
14.	JUM'AT. 7 SEPT '12.	BAB IV	REVISI GAMBAR WP.	<i>Git</i>
15.	SENIN. 10 SEPT '12.	BAB IV + BAB V	BAB IV REVISI WP BAB V REVISI TATA TULIS	<i>Git</i>
16.	SELASA. 11 SEPT '12.	BAB IV + BAB V + LAMPIRAN.	BAB IV + BAB V OK. LAMPIRAN DILENGKAPI.	<i>Git</i>
17.	PABU 12 SEPT '12.	LAMPUAN LAMPIRAN.		<i>Git</i>
18.				
19.				
20.				

Keterangan:

1. Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali  
Bila lebih dari 6 kali, kartu ini boleh dicopy.
2. Kartu ini wajib dilampirkan pada laporan proyek akhir

Mengetahui  
Koordinator Proyek Akhir,

Arif Marwanto, M.Pd.  
NIP. 19800329 200212 1 001